



TUGAS AKHIR - RC 141501

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN SISI UDARA BANDAR UDARA TRUNOJOYO SUMENEP

BARRY NUFA
NRP. 3115105048

Dosen Pembimbing
ISTIAR , ST . MT
NIP. 197711052012121001

DEPARTEME TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RC 141501

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK DAN
PERKERASAN SISI UDARA BANDAR UDARA
TRUNOJOYO SUMENEP**

**BARRY NUFA
NRP. 3115105048**

**Dosen Pembimbing
ISTIAR , ST . MT
NIP. 197711052012121001**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - RC 141501

STUDY OF GEOMETRIC PLANNING AND PAVEMENT AIR TRANSPORT SIDE AIRPORT TRUNOJOYO SUMENEP

**BARRY NUFA
NRP. 3115105048**

**Supervisor :
ISTIAR , ST . MT
NIP. 197711052012121001**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN SISI UDARA BANDAR UDARA TRUNOJOYO SUMENEP

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada**

**Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**BARRY NUFA
NRP. 3115 105 047**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Istiar, ST., MT



**SURABAYA
JULI, 2017**

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN SISI UDARA BANDAR UDARA TRUNOJOYO SUMENEP

Nama Mahasiswa : Barry Nufa
NRP : 3115105047
Jurusan : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Istiar ST.,MT

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi Kabupaten Sumenep mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hampir semua sektor mengalami pertumbuhan, seperti sektor industri dan perdagangan, pariwisata serta investasi. Peningkatan pertumbuhan ekonomi bisa digunakan untuk pembenahan sarana dan prasarana di Kabupaten Sumenep, salah satunya adalah Bandar Udara Trunojoyo. Saat ini, Bandar Udara Trunojoyo melayani penerbangan perintis

Lingkup tugas akhir adalah perencanaan geometrik dan perkerasan sisi udara yang meliputi landas pacu, landas hubung dan apron Bandar Udara Trunojoyo. Untuk pedoman, penulis menggunakan SKEP/IV/2005 dan Federation Aviation Administration (FAA) sebagai dasar perencanaan. Perencanaan sisi udara ini, menyesuaikan dengan pertumbuhan penumpang untuk 20 tahun mendatang.

Dari hasil analisis, jenis pesawat rencana yang akan digunakan untuk pengembangan 20 tahun mendatang adalah ATR 72-600. Kebutuhan geometrik sisi udara adalah panjang runway 1500 m dengan lebar 30 m; taxiway dengan lebar 15 m; dan apron dengan panjang 95 m dan lebar 45m. Kebutuhan perkerasan lentur sisi udara adalah lapisan surface setebal 4 inch, lapisan base course setebal 6 inch, dan lapisan sub base setebal 12 inch.

Sedangkan Kebutuhan perkerasan kaku sisi udara adalah lapisan lapisan slab beton setebal 8,2 inch dan tebal lapisan sub base setebal 6 inch.

Kata kunci : Bandara Trunojoyo, Geometrik, Perkerasan, Sisi Udara

STUDY OF GEOMETRIC PLANNING AND PAVEMENT AIR TRANSPORT SIDE AIRPORT TRUNOJOYO SUMENEP

Name of student : Barry Nufa
NRP : 3115105047
Department : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil
Supervisor : Istiar ST.,MT

ABSTRACT

The economics of Sumenep has been growth every year, included industrial and trading sector, tourism sector, and investment sector also. The growth of Sumenep economic can be used to develop the infrastructure in Sumenep. Trunojoyo Airport is the infrastructure in Sumenep that is considered to develop. Today, Trunojoyo Airport has served commercial pioneer flight.

The scope of final assignment is the airside geometric and pavement planning, including runway, taxiway and apron of Trunojoyo Airport. The guidelines that is used to plan Trunojoyo Airport are SKEP/IV/2005 and Federation Aviation Administration (FAA) regulation. The planning of airside will consider passengers growth for 20 years ahead.

The result of final assignment are ATR 72-600 as the design aircraft that is used for 20 years ahead. The result of airside geometric design are 1500 meters runway length and 30 meters runway width; 15 meters taxiway width; and 4.275 m² apron areas. The result of flexible pavement analysis are 4 inches surface thickness, 6 inches base course thickness, and 12 inches sub base course thickness. The result of rigid pavement analysis are 8,2 inches concrete slab thickness and 6 inches sub base course thickness.

Keywords: Trunajoyo Airport, Geometric, Pavement, Air Side

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada tuhan yang maha Esa atas berkat dan hikmat yang telah diberikan, sehingga saya mampu menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul “ **Studi Perencanaan Perkerasan Sisi Udara Bandar Udara Trunojoyo Sumenep**”.

Adapun penyusunan proposal Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk penyusunan laporan Tugas Akhir pada jurusan S1 Lintas Jalur Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan selanjutnya proposal Tugas Akhir ini bisa menjadi bahan pertimbangan oleh pihak terkait untuk bisa dilanjutkan ke dalam bentuk Laporan Tugas Akhir.

Saya menyadari akan adanya kekurangan dalam penyusunan proposal Tugas Akhir ini, oleh karena itu saya harapkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak terkait demi hasil yang lebih baik lagi.

Akhir kata saya ucapkan terima kasih dari berbagai pihak yang sudah senantiasa memberikan arahan ataupun bimbingannya kepada saya. Semoga hasil dari pengerjaan penelitian saya ini dapat bermanfaat khususnya bagi saya dan orang lain yang membacanya.

“ halaman ini sengaja dikosongkan “

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Lokasi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perencanaan Bandar Udara.....	5
2.2 Karakteristik Pesawat	6
2.2.1 Beban Pesawat.....	7
2.2.2 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama	8
2.3 Peramalan Permintaan dan Lalu lintas	8
2.4 Rencana geometrik daerah pendaratan	9
2.4.1 Koreksi Panjang Runway Akibat Pengaruh Kondisi Lokal Bandara	9
2.4.2 Klasifikasi Landas Pacu (runway)	12
2.4.3 Landas Penghubung (<i>Taxiway</i>)	22
2.5 Perencanaan Tebal Perkerasan Landasan	31
2.5.1 Metode Federal Aviation Administration (FAA)	31
BAB III METODELOGI.....	45
3.1 Tahap Persiapan.....	45
3.2 Studi Pustaka	45
3.3 Pengumpulan Data.....	45
3.4 Analisa Data Existing	46
3.4.1 Analisa Data Tanah.....	46
3.4.2 Analisa Geometrik Existing	46

3.4.3	Analisa Tebal Perkerasan Existing	47
3.5	Peramalan Permintaan dan Volume Lalu Lintas Bandara	47
3.6	Perhitungan untuk Perencanaan Pengembangan Sisi Udara 20 tahun mendatang.....	48
3.6.1	Rencana Geometrik.....	48
3.6.2	Perencanaan Tebal Perkerasan Sisi Udara dengan metode FAA (Federal Aviation Administration).....	48
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	49
3.8	Flow Chart.....	50
BAB IV ANALISA EKSISTING.....		51
4.1	Evaluasi kondisi existing fasilitas sisi udara bandara.....	51
4.2	Geometrik fasilitas sisi udara bandara eksisting.....	51
4.2.1	Runway.....	51
4.2.2	Taxiway	56
4.2.3	Apron.....	57
4.3	Perkerasan fasilitas sisi udara bandara eksisting	58
4.3.1	Landas Pacu (<i>runway</i>)	58
4.3.2	Landas Penghubung (<i>taxiway</i>).....	59
4.3.3	Pelataran Parkir Pesawat (<i>apron</i>).....	59
BAB V PERENCANAAN		61
5.1	Peramalan	61
5.1.1	Peramalan berdasarkan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto).....	61
5.1.2	Peramalan berdasarkan jumlah penduduk	63
5.1.3	Peramalan berdasarkan pendapatan daerah pada sektor migas	64
5.2	Perencanaan Geometrik.....	70
5.2.1	Pesawat Rencana.....	70
5.2.2	Perencanaan Landas Pacu (<i>runway</i>).....	71
5.2.3	Taxiway (Landas Penghubung)	77
5.2.4	Apron (Pelataran Parkir Pesawat)	80
5.3	Perencanaan Perkerasan	82
5.3.1	Perkerasan Runway.....	82
5.3.2	Perkerasan Taxiway	92
5.3.3	Perkerasan Apron.....	97

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	107
6.1 Kesimpulan.....	107
DAFTAR PUSTAKA.....	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Aero Reference Code (ARC).....	12
Tabel 2. 2 bahu landasan	13
Tabel 2. 3 dimensi RESA	14
Tabel 2. 4 Lebar Landasan Pacu menurut kode.....	16
Tabel 2. 5 kemiringan longitudinal.....	17
Tabel 2. 6 Jarak Pandang.....	17
Tabel 2. 7 Jumlah Strip Menurut Lebar Landasan	20
Tabel 2. 8 Jumlah Pasangan Strip Sesuai dengan Panjang Landasan	21
Tabel 2. 9 Dimensi Landas Penghubung (Taxiway)	22
Tabel 2. 10 Taaxiway Shoulders Minimum	23
Tabel 2. 11 Kemiringan panjang maksimum taxiway	24
Tabel 2. 12 Kemiringan maksimal melintang taxiway	24
Tabel 2. 13 jari – jari taxiway.....	25
Tabel 2. 14 dimensi Fillet.....	26
Tabel 2. 15 Dimensi Apron	29
Tabel 2. 16 Jarak bebas antar pesawat.....	30
Tabel 2. 17 faktor konversi roda.....	33
Tabel 2. 18 Persentase pengali untuk annual departure diatas 25.000	39
Tabel 2. 19 faktor konversi roda.....	40
Tabel 2. 20 nilai K.....	41
Tabel 4. 1 Aero Reference Code (ARC).....	54
Tabel 4. 2 Lebar Landasan Pacu menurut kode.....	55
tabel 5. 1 pendapatan PDRB	61
tabel 5. 2 pertumbuhan PDRB	62
tabel 5. 3 Jumlah Penduduk	63
tabel 5. 4 Pertumbuhan Jumlah Penduduk	64
tabel 5. 5 Pendapatan migas.....	64

tabel 5. 6 pertumbuhan migas	65
tabel 5. 7 jumlah penumpang	66
tabel 5. 8 Tabel jumlah penumpang 20 tahun mendatang.....	67
tabel 5. 9 perhitungan Load factor	69
Tabel 5. 10 Aero Reference Code (ARC)	75
Tabel 5. 11 Lebar Landasan Pacu menurut kode	76
tabel 5. 12 Annual departure untuk tahun perencanaan 20 tahun	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ukuran – ukuran dan bentuk angka untuk marking nomor landasan.....	20
Gambar 2. 2 penampang kemiringan melintang taxiway	25
Gambar 2. 3 kurve taxiway.....	26
Gambar 2. 4 Kurva rencana perkerasan flexible untuk singlet wheel	34
Gambar 2. 5 Kurva rencana perkerasan flexible untuk dual wheel	35
Gambar 2. 6 Kurva rencana perkerasan flexible untuk dual wheel	36
Gambar 2. 7 Kurva rencana perkerasan flexible untuk dual tandem	37
Gambar 2. 8 Kurva rencana perkerasan flexible untuk dual tandem	38
Gambar 2. 9 kurva nilai K	41
Gambar 2. 10 kurva flexure strength untuk konfigurasi roda single wheel	42
Gambar 2. 11 kurva flexure strength untuk konfigurasi roda dual wheel	43
Gambar 2. 12 kurva flexure strength untuk konfigurasi roda dual tandem wheel.....	43
Gambar 3. 1 Flow Chart	50
Gambar 4. 1 detail tebal perkerasan runway	58
Gambar 4. 2 detail tebal perkerasan taxiway	59
Gambar 4. 3 detail tebal perkerasan apron	60
Gambar 5. 1 Grafik Regresi Linear Berdasarkan PDRB Daerah	62
Gambar 5. 2 Grafik Regresi Linear Berdasarkan Jumlah Penduduk.....	63
Gambar 5. 3 Grafik Regresi Linear Berdasarkan Migas.....	65
Gambar 5. 4 dimensi pesawat ATR 72 – 600	71
Gambar 5. 5 Jarak Apron terhadap Runway	81
Gambar 5. 6 Tebal Perkerasan Total.....	85
Gambar 5. 7 Tebal Lapisan Sub Base	86

Gambar 5. 8 Tampilan Utama Softwere FAARFIELD	87
Gambar 5. 9 Tampilann Menu Structure pada Softwere FAARFIELD.....	88
Gambar 5. 10 Tampilan Menu Aeroplane pada Softwere FAARFIELD.....	89
Gambar 5. 11 Tampilan Menu Structure pada Softwere FAARFIELD.....	90
Gambar 5. 12 Tampilan Hasil Desain Struktur Softwere FAARFIELD.....	91
Gambar 5. 13 Tampilan Utama Softwere FAARFIELD	92
Gambar 5. 14 Tampilann Menu Structure pada Softwere FAARFIELD.....	93
Gambar 5. 15 Tampilan Menu Aeroplane pada Softwere FAARFIELD.....	94
Gambar 5. 16 Tampilan Menu Structure pada Softwere FAARFIELD.....	95
Gambar 5. 17 Tampilan Hasil Desain Struktur Softwere FAARFIELD.....	96
Gambar 5. 18 Nilai Modulus Untuk Sub Base.....	98
Gambar 5. 19 Menentukan Tebal Slab Beton	99
Gambar 5. 20 Tampilan Menu Awal Softwere FAARFIELD	100
Gambar 5. 21 Tampilan Menu Struktur pada Softwere FAARFIELD.....	101
Gambar 5. 22 Perencanaan Pesawat Rencana pada Softwere FAARFIELD.....	102
Gambar 5. 23 Perencanaan Tebal Perkerasan Pada Softwere FAARFIELD.....	103
Gambar 5. 24 Hasil Dari Desain Perencanaan Tebal Perkerasan FAARFIELD.....	104

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kabupaten Sumenep adalah sebuah kabupaten di provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 2.093,45 km² dan terletak pada koordinat di antara 113°32'54"-116°16'48" Bujur Timur dan di antara 4°55'-7°24' Lintang Selatan. Sumenep juga terletak diujung timur pulau Madura dan memiliki 126 pulau. (sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Sumenep#Geografi_dan_administrasi)

Dengan didukung letak geografis yang demikian, tidak heran jika pertumbuhan ekonomi kabupaten Sumenep ini dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Pertumbuhan tersebut hampir dirasakan oleh sebagian sektor yang ada, seperti industri dan perdagangan, juga pada sektor pariwisata serta investasi pada kota ini. Adapun upaya dari pemerintah dalam meningkatkan daya tarik dan daya saing kota Sumenep ini, juga perlu diimbangi dengan pembenahan sarana maupun prasarana yang ada. Peningkatan fasilitas tersebut salah satunya pada mode transportasi udara.

Kabupaten kota Sumenep memiliki satu bandar udara bernama bandar udara Trunojoyo. Mengingat kabupaten Sumenep adalah satu – satunya kabupaten yang memiliki fasilitas bandar udara di Madura, tentunya peluang untuk bisa meningkatkan pariwisata dan sektor investasi ini menjadi semakin besar. Tapi hal ini terkendala dengan masih kurang memadainya bandar udara Trunojoyo untuk bisa didarati oleh jenis pesawat yang memiliki kapasitas penumpang yang lebih banyak, karena sampai saat ini hanya bisa didarati pesawat untuk jenis penerbangan perintis. Saat ini luas Bandara Trunojoyo adalah 32,4 ha dari kebutuhan sekitar 119 ha. Panjang landasan hanya 1.130 meter dengan lebar 23 meter, rencananya landasan akan diperpanjang menjadi 1.600 meter dengan lebar 30 meter. Dengan demikian pemerintah

Kabupaten Sumenep akan merencanakan pembangunan sarana dan prasana bandar udara Trunojoyo, hal ini diharapkan bandar udara Trunojoyo ini nantinya bisa melayani rute penerbangan yang biasanya masih melayani penerbangan perintis bisa melayani penerbangan domestik. Pengembangan yang dilakukan pada bandar udara Trunojoyo mencakup pada sisi darat dan sisi udara, perlu diperhatikan pengembangan sisi udara ini dirasa sangat penting mengingat jenis pesawat yang akan mendarat memiliki spesifikasi teknik lebih besar dari pesawat yang sebelumnya. Sisi udara dari bandar udara mencakup runway atau landas pacu pesawat, taxiway dan apron.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan mengevaluasi dan menghitung struktur perkerasan pada sisi udara bandar Udara Trunojoyo yang terdiri dari rencana landas pacu (runway), jumlah exit taxiway dan kebutuhan apron. Dimana pada hal ini dipengaruhi oleh besar dan jenis pesawat yang akan dioperasikan pada bandar ini.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang akan ditinjau dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi geometrik sisi udara (runway, taxiway dan apron) existing ?
2. Bagaimana konstruksi perkerasan sisi udara (runway, taxiway dan apron) existing ?
3. Bagaimana mengevaluasi geometrik sisi udara (runway, taxiway dan apron) untuk rencana pengembangan 20 tahun mendatang ?
4. Berapa tebal perkerasan sisi udara (runway, taxiway dan apron) untuk rencana 20 tahun mendatang ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan sisi udara pada bandar udara Trunojoyo Sumenep adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui geometrik sisi udara (runway, taxiway dan apron) existing
2. Mengetahui konstruksi perkerasan sisi udara (runway, taxiway dan apron) existing
3. Mengetahui mengevaluasi geometrik sisi udara (runway, taxiway dan apron) untuk rencana pengembangan 20 tahun mendatang
4. Mengetahui tebal perkerasan sisi udara (runway, taxiway dan apron) untuk rencana pengembangan 20 tahun mendatang

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, perlu dibuat batasan masalah agar nantinya tidak menjadi penyimpangan dalam pembahasan. Adapun pun beberapa batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Untuk analisa perencanaan tebal perkerasan menggunakan metode FAA
2. Tidak merencanakan perbaikan tanah dasar pada runway, taxiway maupun apron
3. Tidak membahas tentang drainase bandara
4. Tidak membahas perhitungan ataupun analisa tentang biaya
5. Arah runway tetap mengikuti kondisi existing yang sudah ada
6. Tidak membahas pengembangan bandara dari sisi darat
7. Pesawat untuk pengembangan 20 tahun rencana menggunakan ATR 72

1.5 Manfaat

Penyusunan tugas akhir ini diharapkan nantinya dapat menjadi referensi untuk rencana pengembangan bandar udara Trunojoyo Sumenep kedepannya

1.6 Lokasi

Lokasi kegiatan berada pada eksisting Bandara Udara Trunojoyo di Kecamatan Kota Sumenep sebagaimana terlihat pada ambar berikut :



(Sumber : google earth 23 januari 2017)



(Sumber : google earth 23 januari 2017)

Gambar 1. 2 Lokasi studi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Bandar Udara

Bandar udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat kargo dan/atau pos, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda. (Undang-undang No 15 tahun 1992 tentang Penerbangan dan PP No. 70 tahun 2001 tentang Kebandarudraan.)

Bandar udara memiliki fungsi yaitu untuk menunjang kelancaran, keamanan dan ketertiban arus lalu lintas pesawat udara, kargo dan/atau pos, keselamatan penerbangan, tempat perpindahan intra dan/atau moda serta mendorong perekonomian baik daerah maupun secara nasional. (Peraturan Direktur Jendral Perhubungan udara SKEP/77/VI/2005)

Perencanaan Bandar udara ini harus mengacu dan berdasarkan peraturan yang sudah ditentukan dalam rencana induk / master plan secara keseluruhan sudah sesuai dengan peraturan/pedoman yang terkait dengan perencanaan bandar udara seperti Undang-undang No 15 tahun 1992 tentang Penerbangan dan PP No. 70 tahun 2001 tentang Kebandarudraan, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 48 tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum, Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan, *Federal Aviation Administration (FAA)*, *International Civil Aviation Organisation (ICAO)*, dan beberapa pedoman yang terkait lainnya.

Bandar udara memiliki fasilitas sisi udara, adapun beberapa fasilitas – fasilitas sisi udara yang ada di bandara udara meliputi fasilitas landas pacu (*runway*), fasilitas penghubung

landas pacu (*taxiway*), dan fasilitas pelataran parkir pesawat (*apron*).

2.2 Karakteristik Pesawat

Perencanaan fasilitas sisi udara suatu bandar udara menurut Basuki (1986) dipengaruhi oleh karakteristik suatu pesawat yang akan digunakan atau yang akan beroperasi pada bandara tersebut. Adapun beberapa faktor yang bisa dianalisa untuk mengetahui karakteristik dari pesawat yang akan digunakan pada bandara ini, seperti jenis pesawat ataupun ukuran suatu pesawat, jenis mesin yang digunakan maupun faktor yang berhubungan dengan kondisi daerah letak dimana bandara tersebut dibangun. Adapun beberapa faktor yang perlu diperhatikan terkait dengan kondisi letak bandara seperti arah dan kecepatan landas pacu, suhu/temperatur, ketinggian/elevasi maupun kemiringan medan yang ada.

Berikut adalah beberapa karakteristik utama untuk sebuah pesawat terbang, yaitu :

1. Ukuran (*size*)

Ukuran pesawat menentukan lebar landas pacu (*runway*), penghubung landas pacu (*taxiway*), dan pelataran parkir pesawat (*apron*)

2. Berat (*weight*)

Berat dari pesawat terbang berpengaruh pada tebal perkerasan landas pacu, landas penghubung, dan pelataran parkir pesawat yang akan direncanakan

3. Kapasitas

Kapasitas penumpang mempengaruhi untuk fasilitas sisi darat bandara udara seperti fasilitas – fasilitas yang ada dalam gedung terminal bandara.

4. Kebutuhan panjang landas pacu (*runway*)

Kebutuhan panjang dari landas pacu ini berpengaruh pada luas tanah yang dibutuhkan agar memenuhi kebutuhan runway.

Karakteristik dari pesawat terbang yang memiliki hubungan dengan perancangan tebal lapis perkerasan fasilitas sisi udara bandara Sutarno (1992), Antara lain:

1. Beban pesawat
2. Konfigurasi beban roda pendaratan utama pesawat

2.2.1 Beban Pesawat

Menurut Basuki (1986) adapun beberapa jenis beban pesawat yang berhubungan dengan pengoperasiannya, sebagai berikut :

- a. Beban Kosong Operasi (*Operating Weight Empty*)
Adalah berat dasar suatu pesawat yang sudah termasuk awak dan peralatan pesawat tetapi tidak termasuk berat dari bahan bakar pesawat maupun penumpang dan suatu ataupun barang yang dikenai biaya untuk mengangkutnya.
- b. Muatan Berbayar (*Pay Load*)
Adalah muatan (barang / penumpang) yang diperbolehkan untuk diangkut ke dalam pesawat sesuai persyaratan yang dikenai biaya dan bisa menghasilkan pendapatan bagi perusahaan.
- c. Berat Bahan Kosong (*Zero Fuel Weight*)
Adalah suatu batasan berat yang sesuai dengan spesifikasi setiap jenis pesawat termasuk tambahan berat bahan bakar, sehingga pada saat pesawat terbang tidak terjadi momen lentur naf berlebihan pada sambungan.
- d. Beban Ramp Maksimum (*Maximum Ramp Weight*)
Beban maksimum pesawat yang diizinkan pada saat melakukan pergerakan / berjalan dari apron menuju pangkal landas pacu, dan terjadi pembakaran bahan bakar yang menyebabkan kehilangan berat pada pesawat tersebut.

- e. Berat Maksimum Pendaratan (*Maximum Structural Landing Weight*)
Adalah beban maksimum saat roda pendaratan / main gear utamanya menyentuh lapisan perkerasan sesuai dengan bobot pesawat.
- f. Berat Maksimum Lepas Landas (*Maximum Structural Take Off Weight*)
Adalah beban maksimum pada saat pesawat terbang melakukan lepas landas sesuai dengan bobot pesawat termasuk awak / crew, berat kosong, bahan bakar, muatan berbayar yang sudah diizinkan oleh pabrik.

2.2.2 Konfigurasi Roda Pendaratan Utama

Basuki (1986) menyatakan bahwa konfigurasi roda pendaratan utama berpengaruh pada suatu perencanaan tebal perkerasan yang sudah direncanakan. Untuk itu konfigurasi roda pendaratan utama direncanakan agar mampu untuk menyerap gaya yang terjadi saat suatu pesawat mendarat (semakin besar gaya yang ditimbulkan, semakin kuat roda yang digunakan), dan untuk menahan beban yang lebih kecil dari beban maksimum saat pesawat melakukan lepas landas.

2.3 Peramalan Permintaan dan Lalu lintas

Pengembangan yang dilakukan pada suatu bandar udara didasarkan peramalan jumlah permintaan pada angkutan udara. Menurut Basuki (1986) bahwa peramalan tersebut mencakup jumlah penumpang, jenis pesawat, barang dan pos. Peramalan ini bisa dibagi 3 menurut jangka waktunya, yaitu :

- a. Ramalan jangka pendek sekitar 5 tahun
- b. Ramalan jangka menengah sekitar 5 tahun
- c. Ramalan jangka panjang sekitar 20 tahun

Adapun beberapa cara peramalan untuk bisa memperkirakan permintaan di waktu yang datang. Pada setiap metode peramalan bisa mempunyai perbedaan yang sangat besar, teknik peramalan yang sederhana adalah meramalkan

kecenderungan permintaan dan volume lalu lintas masa depan berdasarkan perjalanan udara pada masa lalu. Metode yang digunakan menggunakan metode statistika regresi linear yang berdasarkan PDRB daerah.

Regresi linear mempunyai variabel bebas yang berfungsi mencari harga dari variabel terikat. Persamaan yang di gunakan sebagai berikut :

$$Y=a+bx \dots\dots\dots (2.1)$$

keterangan :

Y : variabel yang dicari
a : konstanta regresi
b : Koef. Regresi
x : variabel bebas

dimana :

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n x_i y_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.4 Rencana Geometrik Daerah Pendaratan

Pada suatu bandar udara memiliki fasilitas pendaratan sisi udara yang berbeda – beda diharapkan memiliki keseragaman antara satu sama lain. Oleh karena itu harus merencanakan sesuai syarat dan ketentuan pada pedoman tentang kriteria rancangan yang meliputi lebar, kemiringan, jarak pisah, landas penghubung dan beberapa kriteria lainnya yang terkait dengan area pendaratan yang sudah dibuat oleh ICAO dan FAA.

2.4.1 Koreksi Panjang Runway Akibat Pengaruh Kondisi Lokal Bandara

Kondisi lokal bandara termasuk salah satu yang dapat berpengaruh pada panjang suatu landas pacu (runway). Berdasarkan International Civil Aviation Organization (ICAO), perhitungan untuk landas pacu harus berpedoman pada standar Aeroplane Reference Flid Length (ARFL) yaitu

runway minimum yang dibutuhkan untuk lepas landas pada berat maksimum lepas landas, elevasi muka laut, kondisi atmosfer standar, keadaan angin bertiup, landas pacu tanpa kemiringan (kemiringan = 0). Setiap pesawat sudah memiliki ARFL yang sudah ditentukan oleh pabriknya, sehingga kelayakan landasan terhadap kemampuan pergerakan pesawat harus dilakukan koreksi terhadap keadaan kondisi lokal bandara tersebut.

2.4.1.1 Koreksi Elevasi Permukaan Landas Pacu

Panjang dasar suatu runway akan mengalami penambahan kenaikan sebesar 7%, setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian muka muka air laut (ICAO). Maka rumusnya adalah F_e (faktor koreksi elevasi) menurut Basuki (1986) adalah sebagai berikut :

$$F_e = 1 + 0.07 \times \frac{h}{300} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

F_e : Faktor Koreksi Elevasi

h : Elevasi lapangan terbang

2.4.1.2 Koreksi Temperatur

Pada keadaan temperatur yang lebih tinggi, menurut Basuki (1986) dibutuhkan landasan yang lebih panjang lagi, hal ini dikarenakan temperatur tinggi density udara yang lebih rendah mengakibatkan pesawat memiliki daya dorong yang lebih rendah. Sebagai standar temperatur dipilih temperatur di atas permukaan laut sebesar $59^\circ\text{F} = 15^\circ\text{C}$. Sehingga menurut ICAO panjang suatu landasan harus dikoreksi temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C dan untuk kenaikan 1000m dari permukaan laut rata – rata temperatur akan mengalami penurunan $6,5^\circ\text{C}$. Maka rumus untuk koreksi temperatur sebagai berikut :

$$F_t = 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0065h)) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Ft : Faktor terkoreksi temepatur
 T : temperatur lapangan terbang
 h : elevasi lapangan terbang

temperatur lapangan terbang diperoleh dari perhitungan rata – rata harian untuk bulan yang memiliki suhu terpanas sepanjang tahun simbah 1/3 selisih suhu ini dan untuk suhu maksimum harian dihitung menggunakan rumus berikut :

$$Tr = Ta + \frac{1}{3} (Tm - Ta) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

Tr : temperatur lapangan terbang
 Ta : suhu rata – rata harian untuk bulan terpanas sepanjang tahun
 Tm : suhu maksimum harian

2.4.1.3 Koreksi Kemiringan

Setelah dilakukan koreksi Basuki (1986) menyatakan bahwa pada panjang landas pacu berdasarkan ketinggian dan temperatur makan akan ditambah faktor koreksi 10% akibat keseragaman antara pesawat bermesin turbin dan pesawat bermesin piston setiap kemiringan gradien efektif (perbedaan maksimum ketinggian antara titik tertinggi dan terendah dari landas pacu dibagi dengan panjang total landas pacu) sebesar 1%. Koreksi kemiringan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Fs = 1 + 0,1 s \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

Fs : Faktor koreksi kemiringan
 S : gradien efektif

Setelah panjang landas pacu dikonversi ke ARFL di atas dengan koreksi yang ditentukan, akan dikontrol kembali dengan menggunakan Aerodrome Reference Code (ARC) agar bisa mempermudah membaca hubungan antara beberapa

spesifikasi pesawat terbang yang sudah ada dengan berbagai karakteristik bandara udara. Kontrol dengan menggunakan ARC dapat dilakukan berdasarkan pada tabel 2.1 sebagai berikut ini :

Tabel 2. 1 Aero Reference Code (ARC)

UNSUR KODE 1		UNSUR KODE 2		
nomor kode	Panjang lapangan acuan pesawat terbang	huruf kode	bentang sayap	bentang roda pendaratan utama bagian luar
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	$< 800 \text{ m}$	A	$< 15 \text{ m}$	$< 4,5$
2	$800 \text{ m} < L < 1200 \text{ m}$	B	$15 \text{ m} < B < 24 \text{ m}$	$4,5 \text{ m} < B < 6 \text{ m}$
3	$1200 \text{ m} < L < 1800 \text{ m}$	C	$24 \text{ m} < B < 36 \text{ m}$	$6 \text{ m} < B < 9 \text{ m}$
4	$L > 1800 \text{ m}$	D	$36 \text{ m} < B < 52 \text{ m}$	$9 \text{ m} < B < 14 \text{ m}$
5		E	$52 \text{ m} < B < 60 \text{ m}$	$9 \text{ m} < B < 14 \text{ m}$

(sumber : Horenjeff, 1988)

2.4.2 Klasifikasi Landas Pacu (runway)

Landasan pacu (runway) merupakan salah satu komponen dari fasilitas sisi udara suatu bandara yang keselamatan dan keamanannya harus terjamin. Oleh karena itu, standar kelayakan teknis operasional fasilitas ini memiliki standar yang berhubungan dengan jenis pesawat yang dilayani.

Berikut beberapa bagian – bagian dasar dari landasan :

1) Perkerasan Struktural

Perkerasan struktural yang memiliki fungsi sebagai tumpuan pesawat

2) Bahu landas

Berbatasan dengan perkerasan struktural sebagai penahan erosi akibat air dan semburan jet, serta melayani peralatan perawatan landasan

Tabel 2. 2 bahu landasan

Code	Penggolongan Pesawat	Lebar shoulder (m)	Kemiringan maksimal shoulder (%)
Letter			
A	I	3	2,5
B	II	3	2,5
C	III	6	2,5
D	IV	7,5	2,5
E	V	10,5	2,5
F	VI	12	2,5

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

3) Area Keamanan Landasan (Runway End Safety Area)

Area ini harus mampu menerima peralatan – peralatan pemadam kebakaran, mobil ambulans, truk penyapu landasan, dalam keadaan yang dibutuhkan mampu dibebani pesawat apabila keluar dari perkerasan struktural.

Tabel 2. 3 dimensi RESA

Uraian	Code letter / Penggolongan pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak minimum antara holding bay dengan garis tengah landasan						
a. landasan instrument (m)	90	90	90	90	90	90
b. landasan non-instrument (m)	60	60	90	90	90	90
Lebar minimum (m) atau (2 kali lebar Runway	18	23	30	45	45	60
Kemiringan memanjang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5
Kemiringan melintang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5

Catatan :

- a. Untuk Internasional Aerodrome sesuai dengan rekomendasi ICAO panjang RESA 240, code number 3 dan 4

- b. Untuk Internasional Aerodrome sesuai dengan rekomendasi ICAO panjang RESA 120, code number 1 dan 2
- c. Kekuatan, harus disiapkan dan dibangun sedemikian sehingga dapat mengurangi bahaya kerusakan pada pesawat yang mengarah terlalu kebawah (undershotting) atau keluar landasan, dan untuk pergerakan kendaraan PKP-PK.

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

4) Blast Pad

Suatu area yang direncanakan untuk mencegah Erosi pada permukaan yang berbatasan dengan ujung landasan. Area ini selalu menerima Jet Blast berulang kali, area ini bisa menggunakan perkerasan ataupun ditanami rerumputan . panjang blast pas untuk pesawat Transport sebaiknya 200 ft = 60, sedangkan untuk pesawat yang berbadan lebar dan panjang yang lebih besar sebaiknya 400 ft = 120 m.

5) Perluasan Area keamanan (Safety area)

Area ini dibuat apabila dianggap perlu adanya perluasan area keamanan, ukurannya tidak tentu karena tergantung kebutuhan lokal.

(sumber : Basuki,1986)

2.4.3.1 Panjang, Lebar, Kemiringan serta Jarak Pandang Landasan Pacu

1. Panjang Landas Pacu

Panjang suatu landasan pacu dipengaruhi oleh tipe – tipe pesawat yang sudah memiliki spesifikasi – spesifikasi kebutuhan panjang landasan pacu saat akan melakukan lepas landas maupun saat mendarat, dalam hal ini penentuan panjang runway berpedoman pada ICAO yang sudah tertera pada tabel 2.1

2. Lebar Landas Pacu (runway)

Untuk persyaratan lebar landas pacu untuk lebih detailnya sudah tercantum pada ICAO. Adapun beberapa persyaratan lebar perkerasan struktural landasan tidak boleh kurang dari yang tercantum pada tabel 2.4

Tabel 2. 4 Lebar Landasan Pacu menurut kode

Kode Angka	KODE HURUP				
	A	B	C	D	E
1 ^a	18 m (60 ft)	18 m (60 ft)	23 m (75 ft)	- -	- -
2 ^a	23 m (75 ft)	23 m (75 ft)	30 m (100 ft)	- -	- -
3	30 m (100 ft)	30 m (100 ft)	30 m (100 ft)	45 m (150 ft)	- -
4	-	-	45 m (150 ft)	45 m (150 ft)	45 m (150 ft)
a. Lebar landasan presisi harus tidak kurang dari 30 m (100 ft) untuk kode angka 1 atau 2					

Catatan :

Apabila landasan dilengkapi dengan bahu landasan lebar total dan bahu landasannya paling kurang 60 m (200 ft)
(sumber : Basuki, 1986)

3. Kemiringan Landas Pacu

Kemiringan longitudinal bisa dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2. 5 kemiringan longitudinal

	KODE ANGKA LANDASAN.			
	4	3	2	1
Max. Effective Slope	1.0	1.0	1.0	1.0
Max. Longitudinal Slope	1.25	1.5	2.0	2.0
Max. Longitudinal Slope Change	1.5	1.5	2.0	2.0
Slope Change per 30 m (100 feet)	0.1	0.2	0.4	0.4

Catatan :

- a. Semua kemiringan yang diberikan dalam persen
 - b. Untuk landasan dengan kode angka 4, kemiringan memanjang pada seperempat pertama dan terakhir dari panjang landasan tidak boleh $> 0.8\%$
 - c. Untuk landasan dengan kode angka 3, kemiringan memanjang pada perempat pertama dan terakhir dari panjang landasan bagi landasan precision category II dan III tidak boleh $> 0.8\%$.
4. Jarak Pandang

Apabila perubahan kemiringan tidak bisa dihindari, maka perubahan sedemikian hingga garis pandangan tidak terhalangi, untuk persyaratan bisa dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2. 6 Jarak Pandang

Code letter	Penggolongan pesawat	Jarak pandang pada jarak minimum $\frac{1}{2}$ runway (m)
A	I	1,5
B	II	2
C	III	3
D	IV	3
E	V	3
F	VI	3

(sumber : sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2.4.3.2 Konfigurasi Landas Pacu

Ada beberapa macam konfigurasi landas pacu, dimana menurut Basuki 1986 sebagian konfigurasi merupakan kombinasi dari beberapa konfigurasi dasar. Konfigurasi dasar terdapat beberapa macam diantaranya adalah :

- a. Landasan Tunggal
Landasan tunggal adalah konfigurasi yang paling sederhana. Kapasitas landasan tunggal dalam kondisi Visual Flight Rule (VFR) antara 45 -100 gerakan per jamnya , sedangkan dalam kondisi Instrument Flight Rule (IFR) 40 – 50 pergerakan tergantung pada komposisi pesawat campuran dan tersedianya alat bantu Navigasi.
- b. Landasan Paralel
Kapasitas landasan sejajar terutama tergantung pada jumlah landasan dan pemisahan/penjarakan antara dua landasan. Penjarakan landasan dibagi menjadi tiga, yaitu:
 - 1) Berdekatan (Close)
 - 2) Menengah (Intermediate)
 - 3) Jauh (far)
- c. Landasan Dua jalur
Landasan dua jalur terdiri dari dua landasan yang sejajar dipisahkan berdekatan (700 ft - 2499 ft) dengan ext taxiway secukupnya.
- d. Landasan Bersilangan
Landasan bersilangan ini terjadi karena adanya perbedaan arah angin, perbedaan arah angin yang dimaksudkan adalah apabila angin yang bertiup keras lebih dari satu arah, yang akan menghasilkan tiupan angin berlebihan bila landasan mengarah ke satu mata arah angin.
- e. Landasan V terbuka
Landasan dengan arah divergen, tetapi tidak saling berpotongan disebut landasan V terbuka.

Konfigurasinya bisa dilihat pada gambar 2.1, seperti halnya pada landasan bersilangan, landasan ini terbentuk karena arah angin keras dari banyak arah yang mengakibatkan harus membuat landasan menjadi dua arah yang berbeda.

2.4.3.3 Marka pada Landas Pacu

Dalam perencanaan landas pacu dibutuhkan marka – marka yang bisa membantu pilot dalam menggunakan fasilitas ini. ICAO membagi marking landasan menjadi tiga yaitu:

1. Landasan Approach presisi.
2. Landasan Approach nun presisi.
3. Landasan nun instrumen.

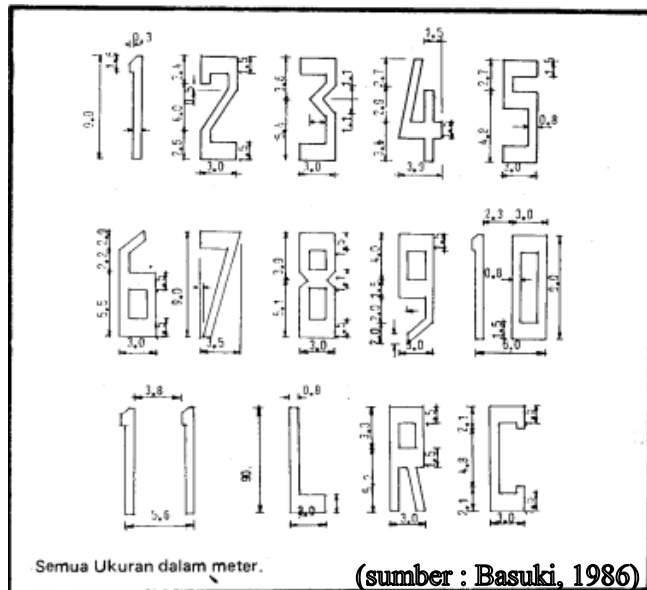
Adapun macam – macam marking yang berfungsi sebagai alat bantu navigasi pendaratan sebagai berikut :

- a. Nomor Landasan (*Runway Designation Marking*)

Ditempatkan di ujung landasan sebagai nomor pengenalan landasan, terdiri dari dua buah angka pada landasan sejajar harus dilengkapi dengan huruf L atau R atau C. Dua angka tersebut merupakan angka persepuluhan terdekat dari utara magnetis dipandang dari arah approach, ketika pesawat akan mendarat /landing. Standar ukuran huruf dan nomor sesuai dengan ICAO dalam Annex 14 sesuai gambar 2.1

- b. Marking Sumbu Landasan (*Runway Centre Line Marking*)

Ditempatkan sepanjang sumbu landasan berawal dan berakhir pada nomor landasan, kecuali pada landasan yang bersilangan, landasan yang lebih dominan, sumbunya terus, yang karang dominan sumbunya diputus. Merupakan garis putus – putus, panjang garis dan panjang pemutusan sama.



Gambar 2. 1 ukuran – ukuran dan bentuk angka untuk marking nomor landasan

c. Marking Threshold

Ditempatkan pada ujung landasan, sejauh 6 dari tepi ujung landasan membujur landasan, panjang paling kurang 30 m, lebar 18 m seperti tabel 2.7

Tabel 2. 7 Jumlah Strip Menurut Lebar Landasan

Lebar Landasan	Banyaknya Strip
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

(sumber: Basuki, 1986)

- d. **Marking Untuk Jarak – Jarak Tetap**
 Berbentuk segi empat persegi panjang, berwarna mencolok biasanya berwarna oranye. Ukuran panjang 45 m – 60 m, dengan lebar 6 m – 10 m terletak simetris kanan dan kiri sumbu landasan, marking ini yang terujung berjarak 300 dari threshold.
- e. **Marking Touchdown Zone**
 Dipasang pada landasan dengan approach presisi, tapi bisa juga dipasang pada landasan nun presisi atau landasan nun instrumen, yang lebar landasannya lebih dari 23 m. Terdiri dari pasangan – pasangan berbentuk segi empat di kanan kiri sumbu landasan dengan lebar 3 m dan panjang 22,5 m untuk strip – strip tunggal dan untuk strip ganda berukuran 22,5 m x 1,8 m dengan jarak 1,5 m. Untuk penentuan jumlah pasangan sesuai panjang landasan lihat tabel 2.8

Tabel 2. 8 Jumlah Pasangan Strip Sesuai dengan Panjang Landasan

Panjang Landasan	Banyaknya Pasangan
< 90 m	1
900 - 1200 m	2
1200 - 1500 m	3
1500 - 2100 m	4
> 1200 m	6

(sumber: Basuki, 1986)

- f. **Marking Tepi Landasan (*Runway Side Stripe Marking*)**
 Merupakan garis lurus di tepi landasan dengan lebar strip 0.9 m, bagi landasan yang lebarnya lebih dari 30 m dan lebar strip 0,45 m untuk landasan dengan lebar kurang dari 30 m. Memiliki fungsi sebagai batas landasan terutama apabila warna landasan hampir sama dengan warna shouldernya.

2.4.3 Landas Penghubung (*Taxiway*)

Basuki 1986 menyatakan bahwa landas penghubung (*taxiway*) memiliki fungsi utama sebagai jalan penghubung untuk keluar masuknya pesawat dari landas pacu (*runway*) ke bangunan terminal dari bandar udara begitu sebaliknya ataupun dari landas pacu menuju ke hanggar pemeliharaan / perawatan pesawat. Rutenya dipilih dari jarak terpendek dari bangunan terminal menuju ujung landasan yang dipakai untuk awal lepas landas.

2.4.3.1 Dimensi Landas Penghubung (*Taxiway*)

Landas penghubung memiliki dimensi yang berbeda tergantung pada tipe / golongan sebuah pesawat yang akan menggunakan fasilitas ini. Adapun beberapa dimensi landas penghubung pada tabel 2. 9 berikut ini.

Tabel 2. 9 Dimensi Landas Penghubung (*Taxiway*)

Code letter	Penggolongan Pesawat	Lebar Taxiway (m)	Jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi taxiway (m)
A	I	7.5	1.5
B	II	10.5	2.25
C	III	15 ^A	3 ^A
		18 ^B	4.5 ^B
D	IV	18 ^C	4.5
		23 ^D	
E	V	25	4.5
F	VI	30	4.5

Catatan :

- a. Bila taxiway digunakan pesawat dengan roda dasar kurang dari 18 m.

- b. Bila taxiway digunakan pesawat dengan seperempat roda dasar lebih dari 18 m.
- c. Bila taxiway digunakan pesawat dengan roda putaran kurang dari 9 m.
- d. Bila taxiway untuk pesawat dengan seperempat roda putaran lebih dari 9 m.

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2.4.3.2 Taxiway Shoulders

Bagian yang lurus dari taxiway harus dilengkapi dengan bahu dengan luasan simetris pada setiap sisi dari taxiway jadi lebar dari keseluruhan taxiway dan bahu pada bagian lurus minimum seperti dalam tabel 2.10 berikut ini.

Tabel 2. 10 Taxiway Shoulders Minimum

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Lebar Minimum Bahu Taxiway Pada Bagian Lurus (M)
A	I	25
B	II	25
C	III	25
D	IV	38
E	V	44
F	VI	60

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2.4.3.3 Taxiway Longitudinal Slope

Kemiringan memanjang maksimal *taxiway* berdasarkan penggolongan pesawat, lihat tabel 2.11 berikut ini.

Tabel 2. 11 Kemiringan panjang maksimum taxiway

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Kemiringan Memanjang (%)	Perubahan Maks. Kemiringan (%) / (M)	Jari-Jari Peralihan Minimum (M)
A	I	3	1 per 25	2500
B	II	3	1 per 25	2500
C	III	1,5	1 per 30	3000
D	IV	1,5	1 per 30	3000
E	V	1,5	1 per 30	3000
F	VI	1,5	1 per 30	3000

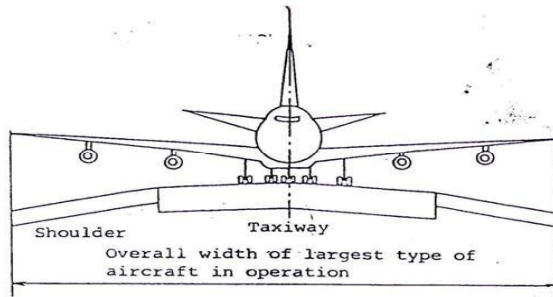
(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2.4.3.4 Taxiway Tranverse Slope

Mengacu pada SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan yang menyatakan bahwa kemiringan melintang dari landas penghubung (*taxiway*) harus cukup memadai agar bisa mencegah penambahan air dan tidak boleh kurang dari 1%, dan nilai maksimum kemiringan melintang *taxiway* dapat dilihat pada tabel 2.12 berikut.

Tabel 2. 12 Kemiringan maksimal melintang taxiway

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Kemiringan Melintang (%)
A	I	2
B	II	2
C	III	1,5
D	IV	1,5
E	V	1,5
F	VI	1,5



Gambar 2. 2 penampang kemiringan melintang taxiway
(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

Maksimum miring kebawah adalah sebesar 5% untuk semua jenis pesawat, untuk bagian taxiway yang tidak diratakan menjadi sebesar 5% untuk semua jenis pesawat.

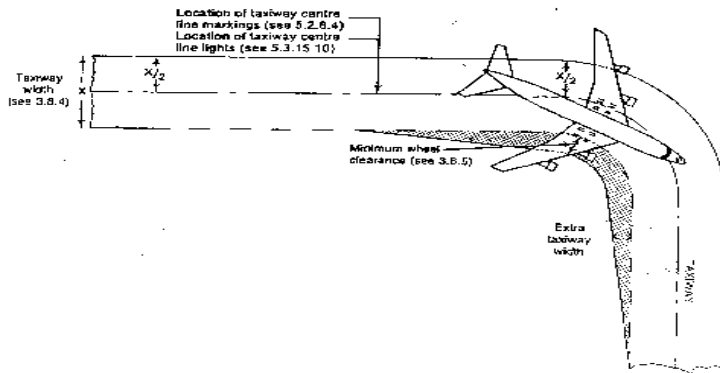
2.4.3.5 Taxiway Curve

perubahan di dalam arah taxiway diusahakan sejarang mungkin. Jari – jari kurvenya harus cukup halus untuk berbelok pesawat. Tabel 2.13 di bawah ini memberikan persyaratan jari – jari yang akan memenuhi kebutuhan pembelokan secara halus dengan kecepatan pesawat

Tabel 2. 13 jari – jari taxiway

Taxiway Design Speed (Km/h)	Radius Of Curve (m)
20	24
30	54
40	96
50	150
60	216
70	294
80	384
90	486
100	600

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)



Gambar 2. 3 kurve taxiway

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2.4.3.6 Fillet

Basuki (1986) menyatakan bahwa Tambahan luasan agar pergerakan pesawat masih mempunyai Wheel Clearance seperti yang sudah disyaratkan.

Tabel 2. 14 dimensi Fillet

Code letter	Putaran taxiway (R) (m)	Panjang dari peralihan ke fillet (L) (m)	(R) fillet symetrical widdening (F) (m)	(R) fillet side widdening (F) (m)	(R) fillet centre line (F) (m)
A / I	22,5	15	18,75	18,75	18
B / II	22,5	15	17,75	17,75	16,5
C / III	30	45	20,4	18	16,5
D / IV	45	75	31,5 – 33	29 – 30	25
E / V	45	75	31,5 – 33	29 – 30	25
F / VI	45	75	31,5 – 33	29 – 30	25

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2.4.3.7 Exit Taxiway

Menurut Basuki (1986) fungsi dari Exit taxiway adalah menekan sekecil mungkin waktu penggunaan landas oleh pesawat yang mendarat. Exit Taxiway dapat ditempatkan dengan menyudut siku – siku terhadap suatu landasan atau kalau terpaksa membentuk sudut dengan kemiringan berbeda juga dapat dilakukan. Exit Taxiway yang memiliki sudut 30° disebut juga “Kecepatan tinggi” atau “Cepat Keluar” yang berarti taxiway tersebut direncanakan penggunaannya bagi pesawat yang harus cepat keluar. penentuan jarak exit taxiway terhadap jarak touchdown di runway yang sesuai dapat dihitung dengan persamaan 2.8 (Ashford & Wright, 1984) :

$$D_2 = \frac{(V_{td})^2 - (V_e)^2}{2a} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana;

- D_2 : Jarak exit taxiway dari titik touchdown
- V_{td} : Kecepatan touchdown di runway (m/dt)
- V_e : Kecepatan awal keluar runway (m/dt)
- a : Perlambatan (m/dt²)

Jarak yang dibutuhkan dari ujung runway hingga pesawat mencapai exit taxiway dilihat pada persamaan 2.9

$$S = D_1 + D_2$$

$$S = \left[\frac{(V_{ot})^2 - (V_{td})^2}{2a_1} \right] + \left[\frac{(V_{td})^2 - (V_e)^2}{2a_2} \right] \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

- S = jarak dari ujung runway ke exit taxiway (m)
- D_1 = jarak dari ujung runway ke titik touchdown (m)
- D_2 = jarak exit taxiway dari touchdown (m)
- V_{ot} = kecepatan pendaratan pesawat (m/dt)
- V_{td} = kecepatan touchdown di runway (m/dt)
- V_e = kecepatan awal keluar runway (m/dt)
- a_1 = perlambatan di udara (m/dt²)
- a_2 = perlambatan di darat (m/dt²)

2.4.3.8 Marka Untuk Landas Penghubung (*Marking Taxiway*)

Adapun beberapa marka untuk landas penghubung menurut Basuki (1986) adalah sebagai berikut :

- a. *Marking* sumbu *taxiway*
sebagai garis pedoman dari sumbu landasan untuk masuk ke *taxiway*, berupa garis selebar 15 cm yang biasanya berwarna kuning.
- b. *Marking* posisi *taxi Holding*
Sebagai tanda bahwa *taxiway* akan berpotongan dengan landasan. Pesawat harus berhenti di sini sebelum mendapat perintah / izin PLUU untuk bisa masuk ke dalam landasan.

2.4.3.9 Pelataran Parkir Pesawat (*Apron*)

Tempat pelataran parkir pesawat harus tidak melanggar pembatas rintangan yang berada di permukaan dan terutama di dalam. Ukuran pelataran parkir pesawat harus cukup untuk dapat melayani arus lalu lintas maksimum yang diperlukan. (sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan).

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika kita merencanakan sebuah apron :

1. Konfigurasi bangunan terminal.
2. Ramalan kebutuhan parkir pesawat.
3. Dimensi pesawat, berat dan jari – jari belok.
4. Konfigurasi parkir pesawat.
5. Wing tip Clearance
6. Efek semburan jet pesawat
7. Instalasi hidran BBM dan lain – lain.
8. Kebutuhan jalan pelayan apron
9. Kebutuhan pelataran parkir
10. Kemiringan Apron
11. Marking apron.

Ukuran atau dimensi apron dipengaruhi oleh jenis pesawat yang akan menggunakan fasilitas ini, untuk lebih jelasnya lihat tabel 2.15

Tabel 2. 15 Dimensi Apron

Uraian	Penggolongan pesawat					
	I	II	III	IV	V	VI
1 Dimensi untuk satu pesawat						
a. Slef taxing (45° taxiing)						
o Panjang (m)	40	40	70	70-85	70-85	70-85
o Lebar (m)	25	25	55	55-80	55-80	55-80
b. Nose in						
o Panjang (m)	-	-	95	190	190	190
o Lebar (m)	-	-	45	70	70	70
c. Clereance antar pesawat Dengan pesawat di Apron (m)	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5
2 Slope/Kemiringan						
a. Ditempat Pesawat Parkir, Maksimum	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$
b. Didaerah Pemuatan Bahan Bakar Pesawat	$+ \frac{1}{2}$	$+ \frac{1}{2}$	$+ \frac{1}{2}$	$+ \frac{1}{2}$	$+ \frac{1}{2}$	$+ \frac{1}{2}$

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

Untuk Wing Tip Clearance atau jarak bebas antar pesawat di Apron bisa melihat tabel 2.16

Tabel 2. 16 Jarak bebas antar pesawat

U r a i a n	Code Letter / Penggolongan Pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (A) (m)	10	10	10	15	15	15
jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang berada di taxilane dan penghalang lain (B) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak pesawat yang sedang berjalan dengan pesawat yang berada di lead-in garis dan pesawat lain (C) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat yang sejajar yang berada di apron dan bangunan lain (D) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10

Tabel 2. 16 Jarak bebas antar pesawat (Lanjutan)

U r a i a n	Code Letter / Penggolongan Pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak antara pesawat dengan pengisian bahan bakar dan bangunan (E) (m)	15	15	15	15	15	15

(sumber : SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2.5 Perencanaan Tebal Perkerasan Landasan

Perkerasan adalah suatu struktur yang tersusun dari beberapa lapisan dengan kekerasan yang berbeda dan daya dukung yang berbeda pula. Terdapat 2 jenis tipe perkerasan, yang pertama adalah perkerasan flexible yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat dan dihamparkan diatas permukaan material granular yang bermutu tinggi. Sedangkan yang kedua adalah perkerasan rigid yang dibuat menggunakan slab – slab beton (*Portland Cement Concrete*). Perkerasan memiliki fungsi sebagai tumpuan tumpuan rata – rata, permukaan yang rata menyebabkan pesawat bisa berjalan dengan nyaman. (Basuki, 1986)

Perencanaan struktural dalam suatu perencanaan bandar udara ini adalah menentukan tebal lapisan – lapisan perkerasan lentur (*flexible*) yang terdiri dari lapisan surface coarse, base coarse dan sub base coarse. Untuk menentukan tebal lapisan – lapisan tersebut dibutuhkan suatu metode perhitungan agar bisa menentukan tebal lapisan yang tepat. (Basuki, 1986)

2.5.1 Metode Federal Aviation Administration (FAA)

Basuki 1986 menyatakan bahwa metode FAA ini merupakan suatu metode perencanaan yang dikembangkan oleh FAA yang pada dasarnya menggunakan analisa statistik. Metode ini

juga menjadi metode yang paling umum dalam perencanaan lapangan terbang.

2.5.1.1 Menentukan ketebalan perkerasan Lentur (Flexible)

Pada saat menentukan ketebalan lapis perkerasan, hal yang harus dilakukan adalah menentukan pesawat rencananya. Pesawat rencana yang dimaksudkan adalah pesawat yang menghasilkan beban terbesar, bukan berarti pesawat yang memiliki beban terbesar. Di dalam rancangan lalu lintas pesawat, perkerasan harus juga melayani berbagai macam jenis pesawat yang memiliki jenis roda pendaratan dan beratnya yang juga berbeda – beda. Oleh karena itu, pengaruh dari berbagai jenis model lalu lintas harus dikonversikan ke dalam “pesawat rencana” dengan Equivalent Annual Departure. (Basuki, 1986)

Maka, rumus konversinya sebagai berikut ini :

$$\text{Log}R_1 = (\text{Log}R_2) \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

- R_1 = *Equivalent annual departure* pesawat rencana
- R_2 = *Annual departure* pesawat – pesawat campuran
- W_1 = Beban roda dari pesawat rencana
- W_2 = Beban roda dari pesawat – pesawat yang ditanyakan

Tipe roda pendaratan yang berlainan bagi setiap jenis pesawat, maka perlu untuk dikonversikan. Untuk faktor koreksinya bisa dilihat pada tabel 2.17

Tabel 2. 17 Faktor Konversi Roda

Konversi dari	ke	Faktor Pengali
Single Wheel	Dual Wheel	0,8
Single Wheel	Dual Tandem	0,5
Dual Wheel	Dual Tandem	0,6
Double Dual Tandem	Dual Tandem	1
Dual Tandem	Single Wheel	2
Dual Tandem	Dual Wheel	1,7
Dual Wheel	Single Wheel	1,3
Double Dual Tandem	Dual Wheel	1,7

(sumber : Basuki, 1986)

2.5.1.2 Menghitung Tebal Perkerasan Total

Tebal perkerasan total didapatkan dengan cara memplotkan data- data penyelidikan tanah yang berupa data CBR (California Bearing Ratio) pada lapisan subgrade dan nilai dari perhitungan Equivalen Annual Departure pada grafik yang sudah disediakan.

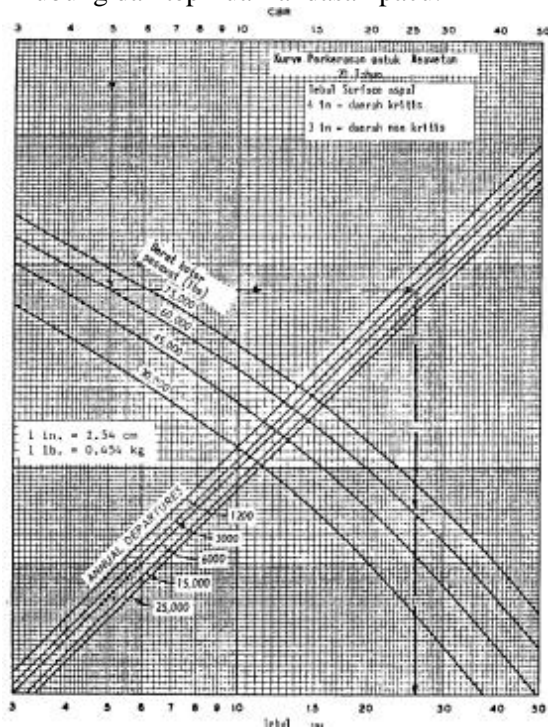
Grafik – grafik yang ada pada perencanaan perkerasan dengan menggunakan metode FAA dapat menunjukkan perkerasan total yang dibutuhkan. Adapun tebal total perkerasan ini terdiri dari tebal fondasi bawah, fondasi atas dan lapisan permukaan. Dan nilai CBR tanah dasar digunakan bersama – sama dengan berat take off kotor dan keberangkatan tahunan ekuivalen dari pesawat rencana.

Beban lalu lintas pesawat pada umumnya akan disebarkan pada daerah lateral dari permukaan selama operasional. Demikian juga pada sebagian landasan pacu, pesawat akan meneruskan beban ke perkerasan, oleh karena itu FAA memperbolehkan perubahan tebal perkerasan pada permukaan yang berbedabeda:

- Tebal penuh T pada seluruh daerah kritis, yang digunakan untuk tempat pesawat yang akan berangkat,

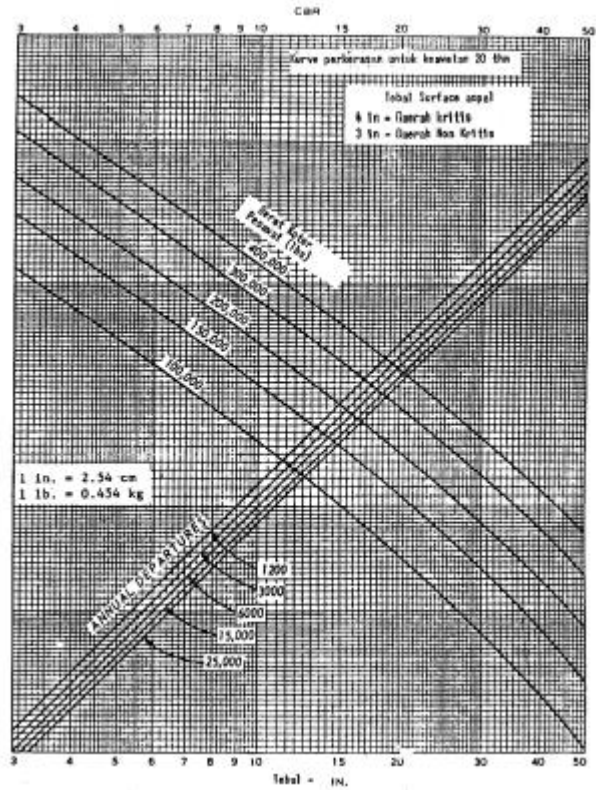
seperti apron daerah tunggu (Holding Apron), bagian tengah landasan hubung dan landasan pacu

- Tebal perkerasan 0,9 T diperlukan untuk jalur pesawat yang akan datang, seperti belokan landasan pacu berkecepatan tinggi.
- Tebal perkerasan 0,7 T diperlukan untuk tempat yang jarang dilalui pesawat, seperti tepi luar landasan hubung dan tepi luar landasan pacu.

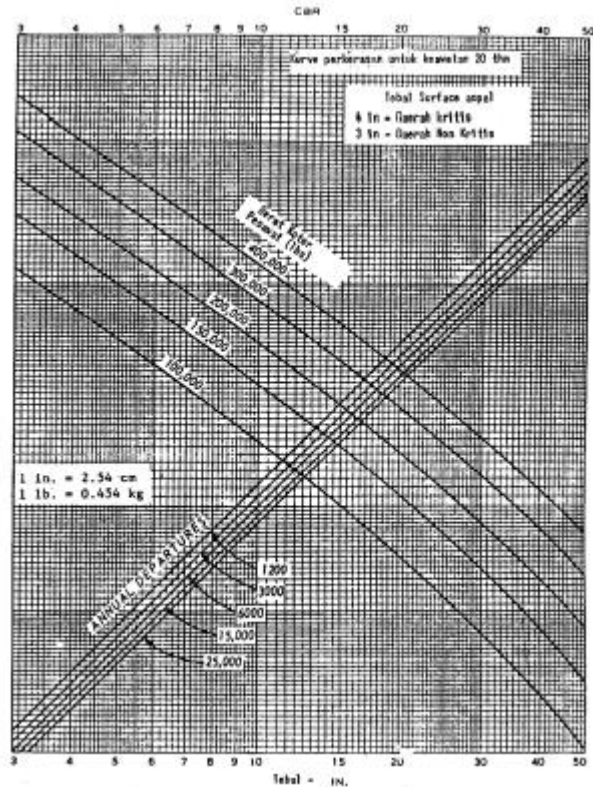


Gambar 2. 4 Kurva Rencana Perkerasan Flexible Untuk Single Wheel

(sumber : Federation Aviation Administration)



Gambar 2. 6 Kurva Rencana Perkerasan Flexible Untuk Dual Wheel
(sumber : Federation Aviation Administration)



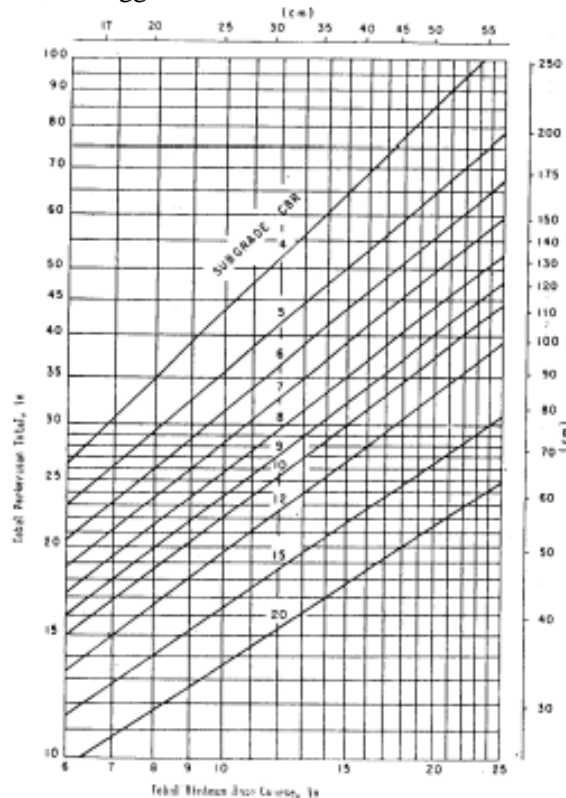
Gambar 2. 7 Kurva Rencana Perkerasan Flexible Untuk Dual Tandem
(sumber : Basuki, 1986)

2.5.1.3 Menentukan Tebal Subbase

Dengan nilai CBR Subbase yang ditentukan, MTOW dan Equivalent Annual Departure maka dari kurva sesuai dengan jenis konfigurasi roda pesawat didapat harga yang merupakan tebal lapisan diatas subbase, yaitu lapisan surface dan lapisan base. Maka, tebal Subbase sama dengan tebal perkerasan total dikurangi tebal lapisan diatas subbase.

2.5.1.4 Menentukan Base Course

Tebal Base Course sama dengan tebal lapisan diatas Subbase Course dikurangi tebal lapisan permukaan (Surface Course). Hasil ini harus dicek dengan membandingkannya terhadap tebal Base Course minimum dari grafik. Apabila tebal Base Course minimum lebih besar dari Base Course hasil perhitungan, maka selisihnya diambil dari lapisan Subbase Course, sehingga tebal Subbase Course berubah.



Gambar 2. 8 Kurva Rencana Perkerasan Flexible Untuk Dual Tandem

(sumber : Federation Aviation Administration)

Grafik yang sudah tersedia di atas (sumber : Basuki, 1986) diperuntukkan untuk perencanaan tingkat keberangkatan tahunan (*annual departure*) dibawah 25.000 atau dengan kata lain maksimum annual departurennya 25.000 grafik tersebut juga dapat digunakan dengan mengalikan hasil akhir tebal total perkerasan yang didapat dengan menggunakan grafik keberangkatan tahunan 25.000 dengan angka persentase yang diberikan di tabel 2.18 dibawah ini

Tabel 2. 18 Persentase Pengali Untuk Annual Departure
Diatas 25.000

Tingkat Keberangkatan Tahunan	% Tebal Total Keberangkatan Tahunan >25000
50.000	104
100.000	108
150.000	110
200.000	112

(Sumber : Horonjeff & McKelvey, 2010)

2.5.1.5 Menentukan Ketebalan Perkerasan Kaku (Rigid)

Pada saat menentukan ketebalan lapis perkerasan, hal yang harus dilakukan adalah menentukan pesawat rencananya. Pesawat rencana yang dimaksudkan adalah pesawat yang menghasilkan beban terbesar, bukan berarti pesawat yang memiliki beban terbesar. Di dalam rancangan lalu lintas pesawat, perkerasan harus juga melayani berbagai macam jenis pesawat yang memiliki jenis roda pendaratan dan beratnya yang juga berbeda – beda. Oleh karena itu, pengaruh dari berbagai jenis model lalu lintas harus dikonversikan ke dalam “pesawat rencana” dengan Equivalent Annual Departure. (Basuki, 1986)

Maka, rumus konversinya sebagai berikut ini :

$$\text{Log}R_1 = (\text{Log}R_2) \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

R_1 = *Equivalent annual departure* pesawat rencana

R_2 = *Annual departure* pesawat – pesawat campuran

W_1 = Beban roda dari pesawat rencana

W_2 = Beban roda dari pesawat – pesawat yang ditanyakan

Tipe roda pendaratan yang berlainan bagi setiap jenis pesawat, maka perlu untuk dikonversikan. Untuk faktor koreksinya bisa dilihat pada tabel 2.19

Tabel 2. 19 Faktor Konversi Roda

Konversi dari	ke	Faktor Pengali
Single Wheel	Dual Wheel	0,8
Single Wheel	Dual Tandem	0,5
Dual Wheel	Dual Tandem	0,6
Double Dual Tandem	Dual Tandem	1
Dual Tandem	Single Wheel	2
Dual Tandem	Dual Wheel	1,7
Dual Wheel	Single Wheel	1,3
Double Dual Tandem	Dual Wheel	1,7

(sumber : Federation Aviation Administration)

2.5.16 Menentukan lapisan Subgrade

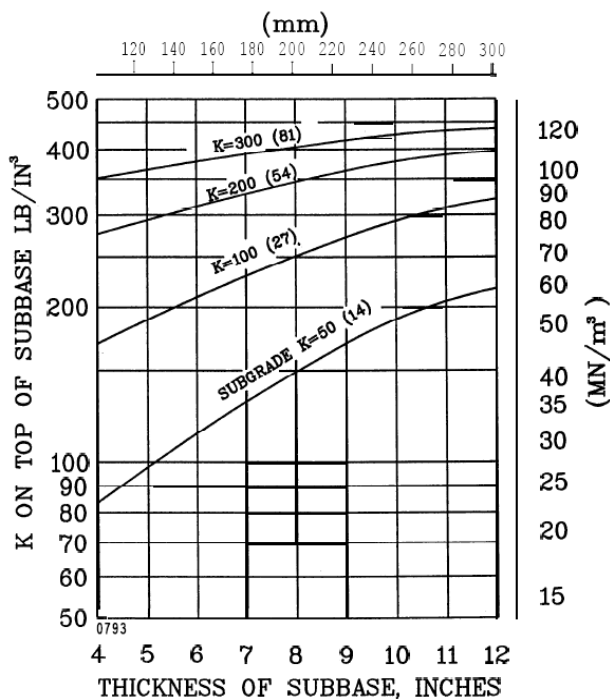
Untuk perencanaan subgrade harus dipadatkan terlebih dahulu karena untuk lapisan dibawah lapisan rigid harus dipadatkan. Hal in bertujuan untuk mendapatkan stabilitas yang direncanakan dan daya dukung yang sama satu dengan yang lain. Untuk tanah yang kohesif FAA menganjurkan agar dipakai sebagai timbunan, yang kemudian dipadatkan menjadi 90%. Untuk tanah non kohesif yang digunakan untuk menimbun, bagian pada atas timbunan setinggi 15cm harus dipadatkan sebesar 100% density maksimum dan lapisan yang

lain dipadatkan 95% density maksimum. Pada perencanaan perkerasan kaku ini, kekuatan dari Subgrade ditentukan dari

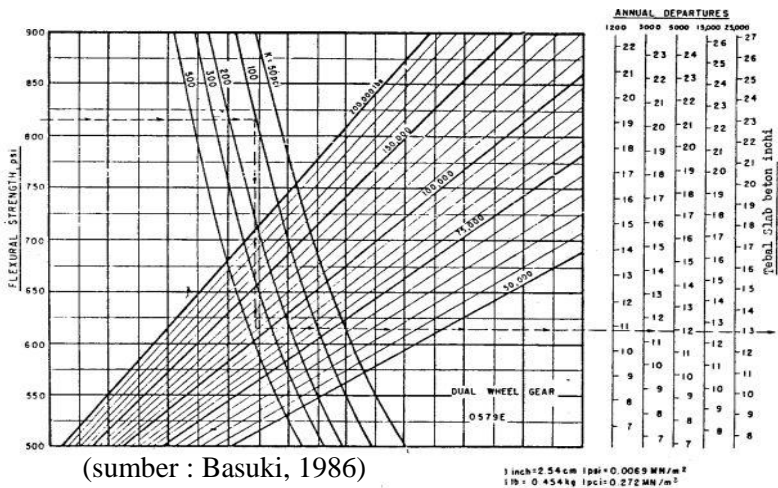
Tabel 2. 20 Nilai K

Bahan Subgrade	Harga K	
	MN/m ³	Pci
Sangat jelek	< 40	< 150
Lumayan – baik	55 – 68	200 – 250
Sangat baik	82 dst.	300 dst.

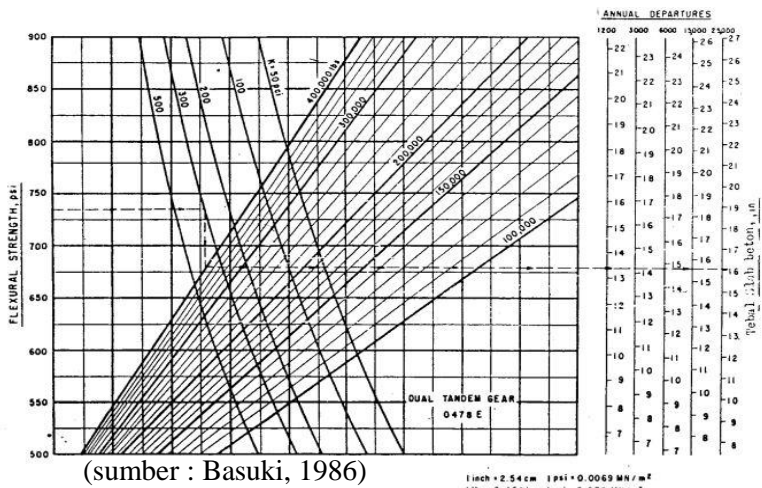
Test plat bearing dimana dari hasil Test ini nantinya akan menghasilkan nilai “K”.



Gambar 2. 9 Kurva Nilai K



Gambar 2. 11 Kurva Flexure Strength Untuk Konfigurasi Roda Dual Wheel



Gambar 2. 12 kurva flexure strength untuk konfigurasi roda dual tandem wheel

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODELOGI

3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini dilakukan beberapa kegiatan sebagai awal dari seluruh rangkaian studi bahan literatur dan studi pendahuluan hasil tahapan ini akan sangat mempengaruhi proses yang dilakukan dalam tahap – tahap selanjutnya, karena spesifikasi kebutuhan data, konsep analisa dan sasaran akhir pekerjaan akan ditetapkan dalam tahapan ini.

3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa literatur yang terkait dengan tema ataupun judul pengerjaan tugas akhir sebagai referensi pustaka dalam pengerjaan tugas akhir ini

3.3 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini bertujuan mencari data maupun informasi pada instansi terkait yang sedang ataupun memiliki proyek tersebut yang nantinya meminta izin untuk menggunakan data tersebut sebagai bahan untuk pengerjaan tugas akhir.

Adapun data yang diperlukan untuk mengevaluasi rencana pengembangan bandara untuk sisi udara :

a. Peta Lokasi

Memberi gambaran lokasi letak bandara trunojoyo, dengan kondisi setempat atau existing.

b. Lay Out Bandara

Memberikan gambaran denah bandara secara keseluruhan seperti arah runway, letak taxiway dsb.

c. Data Tanah Dasar

Dalam evaluasi membutuhkan data tanah dasar yang memiliki nilai CBR (California Bearing Ratio) pada tanah dasar ini diketahui, dimana dari nilai CBR

tanah dasar ini digunakan nilai Modulus reaksi tanah dasar (k) sebagai dasar untuk mengevaluasi tebal struktur perkerasan runway, taxiway dan apron.

d. Data Penumpang dan lalu lintas pesawat

Data ini dibutuhkan untuk keperluan peramalan permintaan di masa depan yang akan berpengaruh pada jenis pesawat dan karakteristik pesawat guna kebutuhan geometrik maupun tebal struktur perkerasan.

e. Data Geometrik Existing

Evaluasi sisi udara bandara trunojoyo dibutuhkan data geometrik existing yang nantinya menjadi acuan untuk pengembangan fasilitas sisi udara bandara trunojoyo selanjutnya.

f. Tipe Pesawat

Memberikan informasi ataupun keterangan pesawat yang sedang beroperasi ataupun yang direncanakan beroperasi di bandara tersebut.

3.4 Analisa Data Existing

3.4.1 Analisa Data Tanah

Hasil analisis data California Bearing Ratio (CBR) digunakan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar yang ditunjukkan melalui nilai modulus reaksi tanah dasar (k). Hal ini sangat penting untuk tebal lapis perkerasan yang dibutuhkan agar dapat mendukung beban pesawat yang melewati perkerasan tersebut. Untuk nilai CBR yang digunakan dalam data perencanaan adalah nilai CBR rata-rata yaitu 6%.

3.4.2 Analisa Geometrik Existing

Menganalisa data geometrik existing ini diperlukan untuk perencanaan pengembangan sisi udara bandara trunojoyo dengan keadaan koreksi panjang maupun lebar pada saat ini, dikarenakan untuk kedepannya bandara ini akan naik status menjadi bandara domestik. Karena hal tersebut tentunya

jenis pesawat pun juga akan berubah menjadi pesawat dengan kapasitas penumpang lebih besar, salah satunya pesawat ATR 72.

3.4.3 Analisa Tebal Perkerasan Existing

Analisa tebal perkerasan pun harus dikoreksi kembali karena tebal perkerasan existing yang ada karena nantinya diprediksikan perkerasan yang saat ini akan menerima beban yang berbeda dari sebelumnya. Hal ini terjadi karena akan adanya tipe pesawat yang lebih besar dengan kapasitas penumpang yang lebih banyak dari sebelumnya terkait dengan rencana pengembangan bandara trunojoyo.

3.5 Peramalan Permintaan dan Volume Lalu Lintas Bandara

Permalalan dilakukan agar bisa mengetahui permintaan dan volume lalu lintas pada masa depan, menggunakan metode meramlalkan permintaan di masa depan dengan berdasarkan pada data jumlah penumpang dan volume lalu lintas di masa sekarang ataupun di masa lalu. Pada peramalan ini menggunakan perhitungan regresi linear yang berdasarkan pada PDRB Kab. Sumenep. Adapun beberapa cara peramalan untuk bisa memperkirakan permintaan di waktu yang datang. Pada setiap metode peramalan bisa mempunyai perbedaan yang sangat besar, teknik peramalan yang sederhana adalah meramalkan kecenderungan permintaan dan volume lalu lintas masa depan berdasarkan Metode yang digunakan menggunakan metode statistika regresi linear yang berdasarkan PDRB daerah sebagai variabel bebasnya. Regresi linear mempunyai variabel bebas yang berfungsi mencari harga dari variabel terikat. Persamaan yang di gunakan sebagai berikut :

$$Y = a + bx \dots\dots\dots (3.1)$$

keterangan :

Y : variabel yang dicari
 a : konstanta regresi
 b : Koef. Regresi
 x : variabel bebas

dimana :

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots\dots\dots (3.3)$$

3.6 Perhitungan untuk Perencanaan Pengembangan Sisi Udara 20 tahun mendatang

3.6.1 Rencana Geometrik

Tahapan ini adalah suatu tahapan untuk mengkoreksi kondisi existing runway maupun taxiway terkait rencana pengembangan bandara trunojoyo 20 tahun mendatang yang sudah direncanakan memiliki panjang runway 1600 m dengan lebar 30 m. Dimana perencanaan ini juga diiringi dengan rencana pesawat yang akan mendarat di bandara ini adalah pesawat berjenis ATR 72. Maka dari itu perlu adanya koreksi terhadap kondisi geometrik runway maupun taxiway, apakah sudah memenuhi syarat ataupun kriteria dan aturan berlaku untuk bisa didarati oleh jenis pesawat ATR 72

3.6.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Sisi Udara dengan metode FAA (Federal Aviation Administration

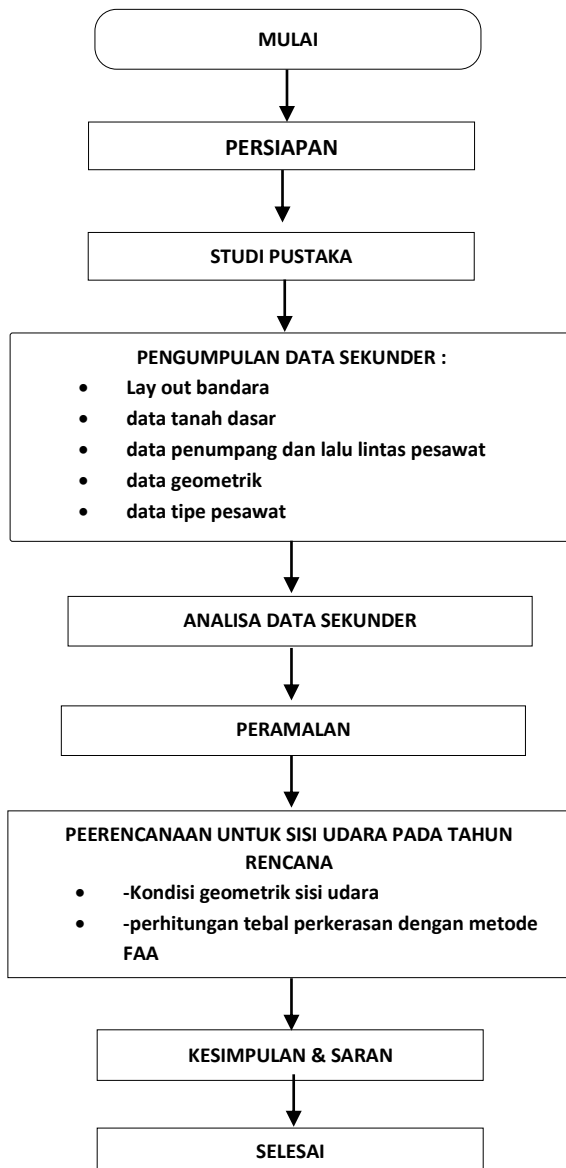
Setelah mengetahui dimensi runway, taxiway dan apron untuk tahun rencana 20 sudah memenuhi ketentuan untuk bisa didarati pesawat berjenis ATR 72, maka bisa dilakukan perhitungan untuk merencanakan tebal perkerasan runway, taxiway dan apron menggunakan metode FAA (Federal Aviation Administration). Adanya jenis perbedaan pesawat yang akan diterima oleh perkerasan akan berbeda dari

sebelumnya, karena dimensi ataupun bobot pesawat akan lebih besar dari yang sebelumnya. Beban pesawat yang akan diterima oleh perkerasan akan disalurkan ke tanah dan diharapkan tebal perkerasan yang didapatkan dari perhitungan ini dapat menahan beban sesuai dengan tahun rencana yang ditetapkan

3.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini berdasarkan perhitungan yang dilakukan bisa ditarik kesimpulan yang berupa tebal perkerasan runway, taxiway dan apron sesuai dimensi perencanaan pengembangan bandara Trunojoyo 20 tahun mendatang serta memberikan saran untuk pengembangan ataupun perbaikan kedepannya.

3.8 Flow Chart



Gambar 3. 1 Flow Chart

BAB IV

ANALISA EKSISTING

4.1 Evaluasi Kondisi Existing Fasilitas Sisi Udara Bandara

Evaluasi kondisi existing sangatlah penting untuk mengetahui kondisi yang ada saat ini dari bandara Trunojoyo tersebut. Evaluasi yang akan dilakukan pada kondisi existing bandara Trunojoyo meliputi kondisi geometrik dan perkerasan fasilitas sisi udara bandara yang meliputi Landas Pacu (runway), landas penghubung (taxiway) dan pelataran parkir pesawat (apron).

4.2 Geometrik Fasilitas Sisi Udara Bandara Eksisting

Beberapa faktor yang mempengaruhi dimensi suatu runway yang pertama yaitu karakteristik pesawat yang berupa berat pesawat saat take off ataupun landing dan keadaan lingkungan seperti elevasi, suhu/temperatur dan gradien. Evaluasi kondisi existing ini berdasarkan pesawat yang saat ini dilayani yaitu Twin Otter DHC 6 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Panjang pesawat	: 15.77 m
Wingspan	: 19.8 m
MTOW	: 12.500 lb (5.670 kg)
MLW	: 12.300 lb (5.579 kg)
Mac. Speed	: 170 knots (314 km/h)

4.2.1 Runway

Panjang runway

Panjang Take Off

Panjang dipengaruhi oleh keadaan lingkungan bandara. Berikut analisa beberapa faktor terkait dengan lingkungan. Panjang Runway (ARFL) = 923 m

Koreksi Elevasi

Menurut ICAO Panjang dasar suatu runway akan mengalami pertambahan kenaikan sebesar 7%, setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian muka muka air laut. Elevasi bandara (h) = 10 ft = 3.048 m. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$Fe = 1 + 0.07 \times \frac{3.048}{300}$$

$$Fe = 1,0007112 \text{ m}$$

Koreksi Suhu

menurut ICAO panjang suatu landasan harus dikoreksi temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C dan untuk kenaikan 1000m dari permukaan laut rata – rata temperatur akan mengalami penurunan 6,5°C. Suhu bandara sebesar 30.43°C Maka perhitungan untuk koreksi temperatur sebagi berikut :

$$Ft = 1 + 0,01 (30,43 - (15 - 0,0065h))$$

$$Ft = 1,154498 \text{ m}$$

Koreksi Kemiringan

kemiringan gradien efektif (perbedaan maksimum ketinggian antara titik tertinggi dan terendah dari landas pacu dibagi dengan panjang total landas pacu) sebesar 1%. Kemiringan gradien efektif bandara sebesar 0.11%. Koreksi kemiringan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Fs = 1 + 0,1 \times 0.11\%$$

$$Fs = 1,00012 \text{ m}$$

Dari perhitungan koreksi di atas maka didapatkan kebutuhan panjang runway akibat MTOW setelah dikoreksi adalah sebagai berikut

$$Lr = (ARFL + Fe + Ft + Fs)$$

$$Lr = (923 + 1,007 + 1,154 + 1.00012)$$

$$Lr = 926,161 \text{ m}$$

Panjang Landing

Panjang dipengaruhi oleh keadaan lingkungan bandara. Berikut analisa beberapa faktor terkait dengan lingkungan. Panjang MLW (ARFL) = 550

Koreksi Elevasi

Menurut ICAO Panjang dasar suatu runway akan mengalami pertambahan kenaikan sebesar 7%, setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian muka muka air laut. Elevasi bandara (h) = 10 ft = 3.048 m. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$Fe = 1 + 0.07 \times \frac{3.048}{300}$$

$$Fe = 1,0007112 \text{ m}$$

Koreksi suhu

menurut ICAO panjang suatu landasan harus dikoreksi temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C dan untuk kenaikan 1000m dari permukaan laut rata – rata temperatur akan mengalami penurunan 6,5°C. Suhu bandara sebesar 30.43°C Maka perhitungan untuk koreksi temperatur sebagi berikut :

$$Ft = 1 + 0,01 (30,43 - (15 - 0,0065h))$$

$$Ft = 1,154498 \text{ m}$$

Koreksi Kemiringan

kemiringan gradien efektif (perbedaan maksimum ketinggian antara titik tertinggi dan terendah dari landas pacu dibagi dengan panjang total landas pacu) sebesar 1%. Kemiringan gradien efektif bandara sebesar 0.11%. Koreksi kemiringan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Fs = 1 + 0,1 \times 0.11\%$$

$$Fs = 1,00012 \text{ m}$$

Dari perhitungan koreksi di atas maka didapatkan kebutuhan panjang runway akibat MTOW setelah dikoreksi adalah sebagai berikut :

$$L_r = (ARFL \times F_e \times F_t \times F_s)$$

$$L_r = (923 \times 1,007 \times 1,154 \times 1.00012)$$

$$L_r = 926,161$$

Maka Panjang runway adalah 926,161m

Dengan demikian termasuk pada tabel ARC dengan kode B pada tabel 2.1 di bawah ini

Tabel 4. 1 Aero Reference Code (ARC)

UNSUR KODE 1		UNSUR KODE 2		
nomor kode	Panjang lapangan acuan pesawat terbang	huruf kode	bentang sayap	bentang roda pendaratan utama bagian luar
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	< 800 m	A	< 15 m	< 4,5
2	800 m < L < 1200 m	B	15 m < B < 24 m	4,5 m < B < 6 m
3	1200 m < L < 1800 m L > 1800 m	C	24m < B < 36 m	6 m < B < 9 m
4		D	36 m < B < 52 m	9 m < B < 14 m
		E	52m < B < 60 m	9 m < B < 14 m

(sumber : Horenjeff, 1988)

Lebar Runway

Untuk persyaratan lebar landas pacu untuk lebih detailnya sudah tercantum pada ICAO berdasarkan kode ARC yang sudah ditentukan kemudian melihat tabel berikut ini

Tabel 4. 2 Lebar Landasan Pacu menurut kode

Kode Angka	KODE HURUP				
	A	B	C	D	E
1 ^a	18 m (60 ft)	18 m (60 ft)	23 m (75 ft)	- -	- -
2 ^a	23 m (75 ft)	23 m (75 ft)	30 m (100 ft)	- -	- -
3	30 m (100 ft)	30 m (100 ft)	30 m (100 ft)	45 m (150 ft)	- -
4	-	-	45 m (150 ft)	45 m (150 ft)	45 m (150 ft)
a. Lebar landasan presisi harus tidak kurang dari 30 m (100 ft) untuk kode angka 1 atau 2					

Catatan :

Apabila landasan dilengkapi dengan bahu landasan lebar total dan bahu landasannya paling kurang 60 m (200 ft)
(sumber : Basuki, 1986)

Berdasarkan tabel di atas diperoleh hasil lebar runway untuk panjang landasan 923 m dengan kode ARC B, adalah 23 m.

Kemiringan Memanjang Runway

Kemiringan memanjang mengacu pada ICAO. Dimana ICAO memiliki standar kemiringan memanjang berdasarkan kode ARC.

Untuk kode ARC x didapatkan nilai :

- | | |
|---|---------|
| a. Kemiringan memanjang efektif | = 1 % |
| b. Kemiringan memanjang maks. | = 2 % |
| c. Perubahan kemiringan memanjang maks. | = 2 % |
| d. Perubahan kemiringan per 30m (100ft) | = 0.4 % |

Kemiringan Melintang Runway

Kemiringan melintang runway mengacu pada SKEP 77 – IV – 2005 yang menyatakan besarnya nilai kemiringan untuk kode huruf B adalah sebesar 2,5 %. Sedangkan untuk kemiringan melintang untuk bahu runway maksimum adalah sebesar 5 %.

Runway End Safety Area

Untuk dimensi Runway End Safety Area (RESA) menurut SKEP 77 – IV – 2005 didapatkan hasil untuk kode huruf X adalah sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------|--------|
| a. Landasan instrumen | = 90 m |
| b. Landasan nun instrumen | = 60 m |
| c. Lebar min. | = 23 m |
| d. Kemiringan memanjang | = 5 % |
| e. Kemiringan melintang | = 5 % |

4.2.2 Taxiway

Landas penghubung (taxiway) adalah akses yang menghubungkan antara landas pacu dan pelataran parkir pesawat.

Dimensi Taxiway

Untuk dimensi dari taxiway ini berdasarkan pada SKEP 77 – IV – 2005 yang menyatakan bahwa dimensi taxiway berdasarkan kode huruf B didapatkan nilai lebar taxiway sebesar 10.5 m dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi taxiway sebesar 2,25 m. Dengan R = 10 m (tidak sesuai dengan SKEP 77-IV-2005)

Bahu Taxiway

Menurut SKEP 77 – IV – 2005 Bagian yang lurus dari taxiway harus dilengkapi dengan bahu dengan luasan simetris pada setiap sisinya, untuk itu lebar minimum bahu taxiway pada bagian lurus untuk kode huruf B adalah 25 m

Kemiringan Memanjang Taxiway

Kemiringan memanjang taxiway berdasarkan SKEP 77 – IV – 2005 pada tabel 2. 11 untuk kode huruf B didapatkan kemiringan memanjang sebesar 3 % , perubahan maksimum kemiringan 1 % per 25 m dan jari – jari peralihan minimum 2500 m.

Kemiringan Melintang Taxiway

Kemiringan melintang taxiway diperlukan agar mencegah kemungkinan adanya genangan air pada taxiway, berdasarkan SKEP 77 – IV – 2005 pada tabel 2. 12 dengan huruf B didapatkan kemiringan melintang sebesar 2 %.

Fillet

Basuki (1986) menyatakan bahwa Tambahan luasan agar pergerakan pesawat masih mempunyai Wheel Clearance seperti yang sudah disyaratkan. Berdasarkan SKEP 77 – IV – 2005 pada tabel 2. 14 dengan huruf B didapatkan putaran taxiway 22,5 m, panjang dari peralihan ke fillet 15 m, jari-jari fillet untuk jugmental overstering symmetrical widening 17,75 m, jari-jari fillet untuk jugmental overstering side widening 17,75 m dan jari-jari fillet untuk Trading Centre line 16,65 m.

4.2.3 Apron

Apron adalah bagian dari bandar udara yang digunakan sebagai tempat parkir pesawat terbang. Selain untuk parkir, pelataran pesawat digunakan untuk mengisi bahan bakar, menurunkan penumpang, dan mengisi penumpang pesawat terbang. Ukuran pelataran parkir pesawat harus cukup untuk dapat melayani arus lalu lintas maksimum yang diperlukan.

Dimensi Apron

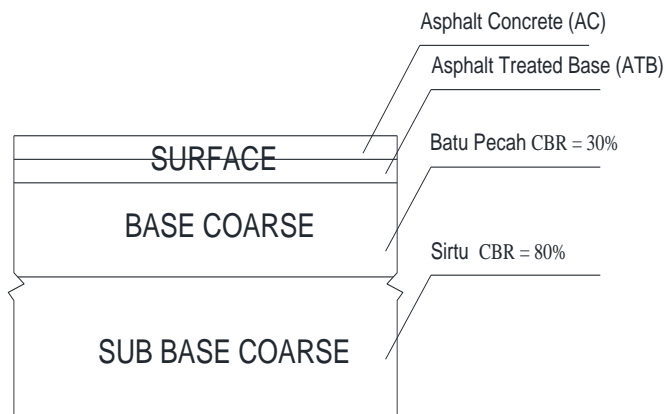
Ukuran atau dimensi apron dipengaruhi oleh jenis pesawat yang akan menggunakan fasilitas ini. Untuk kondisi eksisting apron di bandara Trunojoyo ini adalah 40 x 40 m2.

4.3 Perkerasan Fasilitas Sisi Udara Bandara Eksisting

jenis perkerasan yang digunakan pada sisi udara bandar udara Trunojoyo ini berjenis perkerasan lentur, baik pada landas pacu (*runway*), landas penghubung (*taxiway*), maupun pelataran parkir pesawat (*apron*).

4.3.1 Landas Pacu (*runway*)

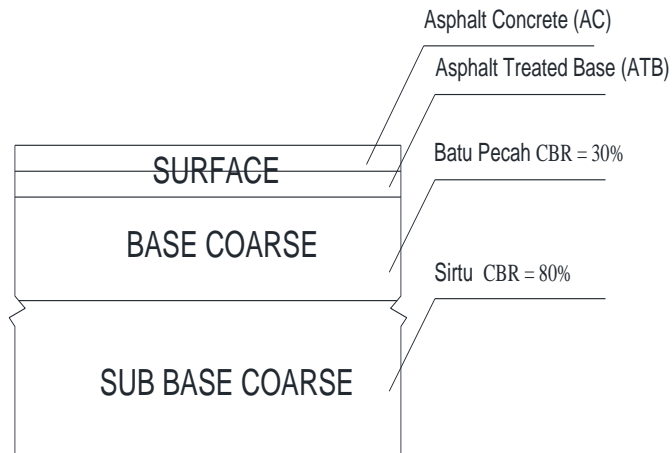
Untuk landas pacu (*runway*) menggunakan material sirtu (pasir dan batu) sebagai material penyusun lapisan dasar (subbase coarse) dengan $\text{CBR} \geq 30\%$, sedangkan untuk lapisan tengahnya (base coarse) menggunakan material penyusun berupa batu pecah dengan $\text{CBR} \geq 80\%$ dan material Asphalt Concrete (AC) dan Asphalt Treated Base (ATB) sebagai penyusun lapisan atas (*surface*) dari perkerasan landas pacu tersebut. Untuk detail tebal perkerasan akan disajikan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4. 1 Detail Tebal Perkerasan Runway

4.3.2 Landas Penghubung (*taxiway*)

Untuk landas penghubung (*taxiway*) menggunakan material sirtu (pasir dan batu) sebagai material penyusun lapisan dasar (subbase coarse) dengan $\text{CBR} \geq 30\%$, sedangkan untuk lapisan tengahnya (base coarse) menggunakan material penyusun berupa batu pecah dengan $\text{CBR} \geq 80\%$ dan material Asphalt Concrete (AC) dan Asphalt Treated Base (ATB) sebagai penyusun lapisan atas (*surface*) dari perkerasan landas pacu tersebut. Untuk detail tebal perkerasan akan disajikan dalam gambar di bawah ini.

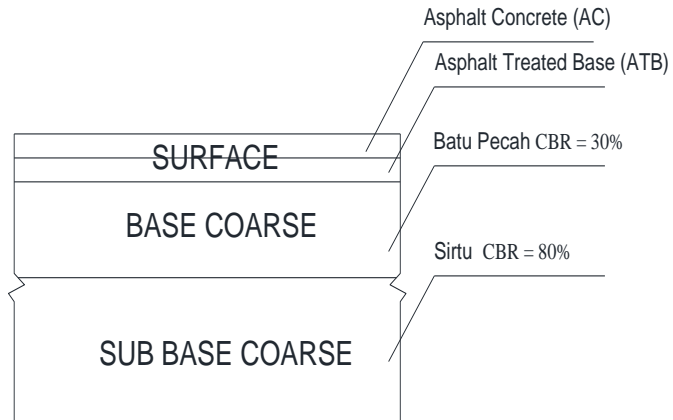


Gambar 4. 2 Detail Tebal Perkerasan Taxiway

4.3.3 Pelataran Parkir Pesawat (*apron*)

Untuk pelataran parkir pesawat (*apron*) menggunakan material sirtu (pasir dan batu) sebagai material penyusun lapisan dasar (subbase coarse) dengan $\text{CBR} \geq 30\%$, sedangkan untuk lapisan tengahnya (base coarse) menggunakan material penyusun berupa batu pecah dengan $\text{CBR} \geq 80\%$ dan material Asphalt Concrete

(AC) dan Asphalt Treated Base (ATB) sebagai penyusun lapisan atas (*surface*) dari perkerasan landas pacu tersebut. Untuk detail tebal perkerasan akan disajikan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4. 3 Detail Tebal Perkerasan Apron

BAB V

PERENCANAAN

5.1 Peramalan

Adapun beberapa cara peramalan untuk bisa memperkirakan permintaan di waktu yang datang. Pada setiap metode peramalan bisa mempunyai perbedaan yang sangat besar, teknik peramalan yang sederhana adalah meramalkan kecenderungan permintaan dan volume lalu lintas masa depan berdasarkan perjalanan udara pada masa lalu. Metode yang digunakan menggunakan metode statistika regresi linear yang berdasarkan beberapa faktor yang mempengaruhi untuk jumlah penumpang yaitu PDRB (Produk Domestic Regional Bruto) daerah, jumlah penduduk, pendapatan pada sektor migas, dan sektor pariwisata.

5.1.1 Peramalan Berdasarkan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto)

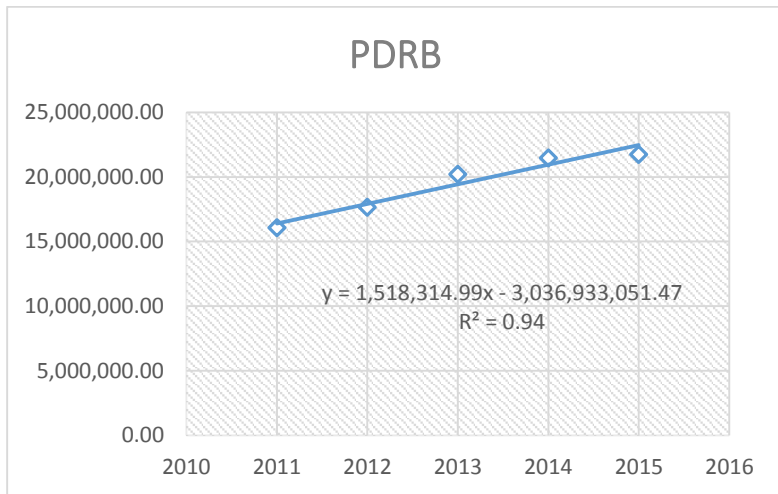
PDRB (Produk Domestik Regional adalah jumlah nilai tambah barang dan jasa yang dihasilkan dari seluruh kegiatan perekonomian di suatu daerah. Adapun data yang diperoleh PDRB 5 tahun terakhir adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 1 Pendapatan PDRB

TAHUN	PDRB
2011	16,064,777.10
2012	17,665,020.20
2013	20,218,073.40
2014	21,476,768.30
2015	21,750,478.00

Sumber : BPS Kab. Sumenep

Data di atas disajikan dalam grafik menjadi seperti :



Gambar 5. 1 Grafik Regresi Linear Berdasarkan PDRB Daerah

Setelah data tersaji dalam grafik dilanjutkan untuk mencari persamaan menggunakan metode regresi linear dan didapatkan persamaan $Y = 1.518.314,99x - 3.036.933,051,47$ dan $R^2 = 0.94$.

Dari data yang diperoleh tersebut dicari pertumbuhan per tahunnya dilanjutkan dengan mencari per tumbuhan rata – ratanya kemudian didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. 2 Pertumbuhan PDRB

TAHUN	PDRB	i	i rata - rata
2011	16,064,777.10		7.98%
2012	17,665,020.20	9.96%	
2013	20,218,073.40	14.45%	
2014	21,476,768.30	6.23%	
2015	21,750,478.00	1.27%	

5.1.2 Peramalan Berdasarkan Jumlah Penduduk

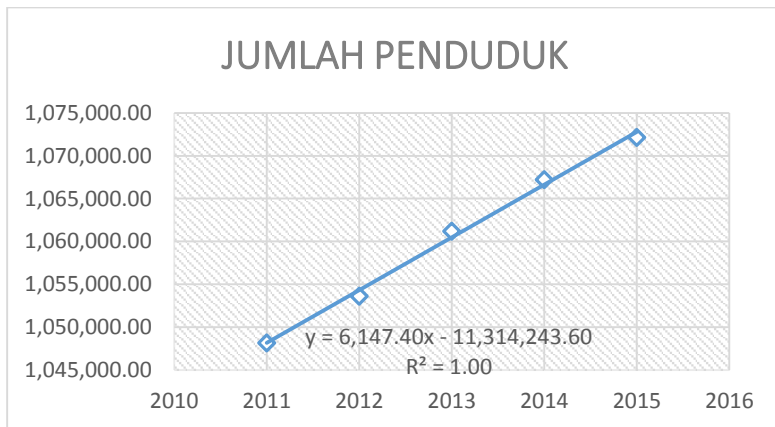
Jumlah penduduk juga menjadi salah satu sektor yang dipertimbangkan untuk melakukan peramalan jumlah penumpang pada tahun rencana yang akan ditentukan. Berikut adalah jumlah penduduk Kab. Sumenep selama lima tahun terakhir.

Tabel 5. 3 Jumlah Penduduk

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK
2011	1,048,177.00
2012	1,053,640.00
2013	1,061,211.00
2014	1,067,202.00
2015	1,072,133.00

Sumber : BPS Kab. Sumenep

Data di atas disajikan dalam grafik menjadi seperti :



Gambar 5. 2 Grafik Regresi Linear Berdasarkan Jumlah Penduduk

Setelah data tersaji dalam grafik dilanjutkan untuk mencari persamaan menggunakan metode regresi linear dan didapatkan persamaan $Y = 6.147,40x - 11.314.243,60$ dan $R^2 = 0,9999$

Dari data yang diperoleh tersebut dicari pertumbuhan per tahunnya dilanjutkan dengan mencari pertumbuhan rata – ratanya kemudian didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. 4 Pertumbuhan Jumlah Penduduk

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK	i	i rata - rata
2011	1,048,177.00		0.57%
2012	1,053,640.00	0.52%	
2013	1,061,211.00	0.72%	
2014	1,067,202.00	0.56%	
2015	1,072,133.00	0.46%	

5.1.3 Peramalan Berdasarkan Pendapatan Daerah Pada Sektor Migas

Pendapatan dari sektor pertambangan migas menjadi pertimbangan untuk menjadi dasar peramalan penumpang dikarenakan salah satu sektor yang memiliki pendapatan terbesar pada pendapatan daerah Kab. Sumenep. Berikut adalah nilai pendapatan Kab. Sumenep pada sektor pertambangan migas selama lima tahun terakhir.

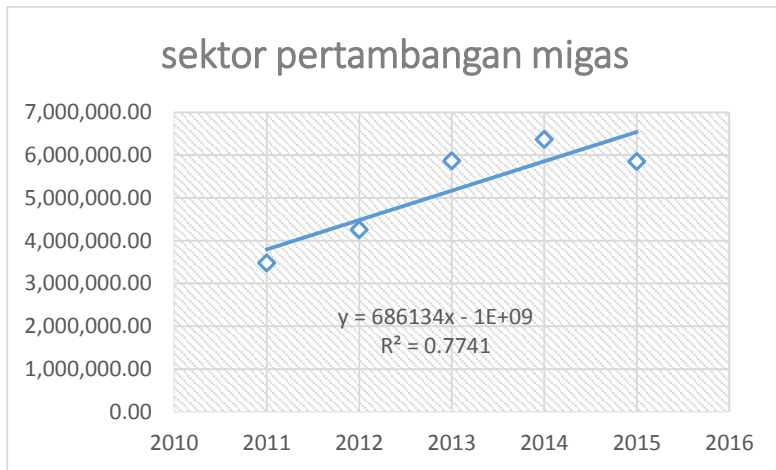
Tabel 5. 5 Pendapatan Migas

TAHUN	PENDAPATAN MIGAS
2011	3,480,245.70
2012	4,261,147.80
2013	5,869,309.10
2014	6,370,248.50
2015	5,856,366.40

NB : dalam juta rupiah

Sumber : BPS Kab. Sumenep

Data di atas disajikan dalam grafik menjadi seperti :



Gambar 5. 3 Grafik Regresi Linear Berdasarkan Migas

Setelah data tersaji dalam grafik dilanjutkan untuk mencari persamaan menggunakan metode regresi linear dan didapatkan persamaan $Y = 686.134x - 10.00.000.000$ dan $R^2 = 0.7741$

Dari data yang diperoleh tersebut dicari pertumbuhan per tahunnya dilanjutkan dengan mencari per tumbuhan rata – ratanya kemudian didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. 6 Pertumbuhan Migas

TAHUN	PENDAPATAN MIGAS	i	i rata - rata
2011	3,480,245.70		15.16%
2012	4,261,147.80	22.44%	
2013	5,869,309.10	37.74%	
2014	6,370,248.50	8.53%	
2015	5,856,366.40	-8.07%	

Setelah melakukan analisa terhadap beberapa faktor yang ada, langkah selanjutnya adalah memilih salah satu faktor yang akan menjadi dasar yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan peramalan penumpang untuk tahun rencana yang sudah ditetapkan yaitu 20 tahun mendatang. Pemilihan faktor tersebut berdasarkan nilai R Squarenya (R^2) yang relatif bagus daripada yang lainnya, dari analisa perhitungan yang dilakukan terpilihlah sektor PDRB yang memiliki R squarenya relatif baik, dengan nilai $R^2 = 0.94$. Setelah sektor PDRB terpilih menjadi dasar perhitungan untuk peramalan penumpang, hasil pertumbuhan yang diperoleh pada analisa perhitungan PDRB dijadikan dasar pertumbuhan penumpang per tahunnya hingga tahun rencana. Berikut adalah jumlah penumpang pada tahun pertama.

Tabel 5. 7 Jumlah Penumpang

Bulan	Asal - Tujuan	Jumlah Penumpang
januari	SUP - SUB	-
februari	SUP - SUB	12
maret	SUP - SUB	70
april	SUP - SUB	71
mei	SUP - SUB	55
juni	SUP - SUB	64
juli	SUP - SUB	30
agustus	SUP - SUB	31
september	SUP - SUB	31
oktober	SUP - SUB	35
november	SUP - SUB	11
desember	SUP - SUB	27
jumlah total		437

Sumber : UPT Bandar Udara Trunojoyo Kab. Sumenep

Dari data di atas jumlah penumpang per bulan diganti menjadi data penumpang per tahun kemudian meramalkan jumlah penumpang pada tahun rencana dengan menggunakan pertumbuhan yang sudah ditetapkan di atas.

Dari pertumbuhan yang sudah ditetapkan diperoleh jumlah penumpang untuk tahun rencana 20 tahun mendatang adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 8 Tabel Jumlah Penumpang 20 Tahun Mendatang

TAHUN	JUMLAH PENUMPANG
2016	437
2017	472
2018	510
2019	550
2020	594
2021	641
2022	693
2023	748
2024	808
2025	872
2026	942
2027	1,017
2028	1,098
2029	1,185
2030	1,280
2031	1,382
2032	1,492
2033	1,611
2034	1,740
2035	1,879
2036	2,029

Untuk dasar pemilihan pesawat rencana yang akan digunakan dalam perencanaan ini menggunakan perhitungan demand yang berdasarkan Load factor. Apabila Load factor penumpang sudah mencapai 70% maka bisa menggunakan pesawat yang lebih besar. Adapun analisa demand sebagai berikut :

Menghitung kapasitas pesawat berdasarkan jadwal keberangkatan pesawat selama setahun. Dengan kapasitas pesawat yang ada mampu mengangkut 19 penumpang dan jadwal keberangkatan 2x dalam seminggu. Dimana dalam setahun ada 52 minggu, maka kapasitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas} &= n \times \text{jumlah keberangkatan selama setahun} \\ &= (2 \times 19) \times 52 \\ &= 1976\end{aligned}$$

Setelah menghitung kapasitas dapat dilanjutkan dengan perhitungan Load factor sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Load factor} &= \frac{\text{Volume penumpang dalam setahun}}{\text{kapasitas pesawat dalam setahun}} \\ &= \frac{472}{1976} \\ &= 0.2\end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya bisa ditabelkan sebagai berikut :

tabel 5. 9 Perhitungan Load Factor

TAHUN	JUMLAH PENUMPANG	load factor
2016	472	0.2
2017	510	0.3
2018	550	0.3
2019	594	0.3
2020	642	0.3
2021	693	0.4
2022	748	0.4
2023	808	0.4
2024	872	0.4
2025	942	0.5
2026	1,017	0.5
2027	1,098	0.6
2028	1,186	0.6
2029	1,280	0.6
2030	1,382	0.7
2031	1,493	0.8
2032	1,612	0.8
2033	1,740	0.9
2034	1,879	1.0
2035	2,029	1.0
2036	2,191	1.1

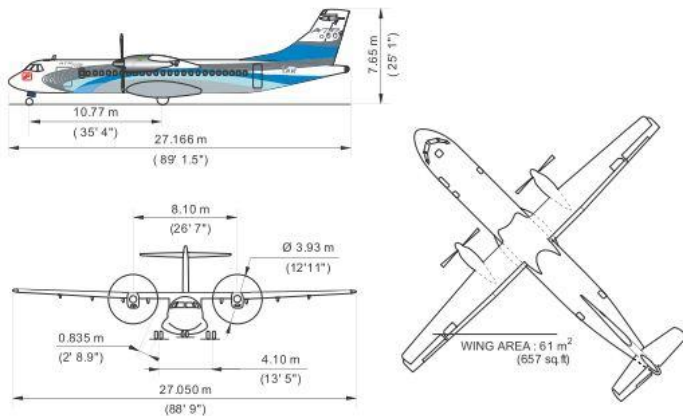
Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan di atas didapatkan hasil Load factor mencapai 70% pada tahun 2030. Hal ini terjadi masih dalam cakupan tahun perencanaan yang ditetapkan, maka dari itu penggantian pesawat dengan jumlah penumpang yang lebih banyak bisa dilakukan.

5.2 Perencanaan Geometrik

5.2.1 Pesawat Rencana

Sebelum menentukan kode ARC (*Aedrom Reference Code*) untuk perencanaan, kita menentukan pesawat rencana yang nantinya akan beroperasi pada bandara tersebut. Pesawat yang akan menjadi pesawat rencana dalam perencanaan ini menggunakan pesawat ATR 72 – 600 yang spesifikasinya adalah sebagai berikut :

Jenis pesawat	: ATR 72 – 600
Panjang	: 27,050 m
Lebar sayap	: 27,166 m
Tinggi	: 7,65 m
Wheelbase (m)	: 10,77 m
Wheel track (m)	: 4,10 m
MTOW (kg)	: 22,800 kg
Max landing weight (kg)	: 22,350 kg
Max zero fuel weight (g)	: 20,800 kg
Operating empty weight	: 13,311 kg
Max payload (kg)	: 7500 kg
Max fuel weight (kg)	: 5000 kg
FAR T-O distance (m)	: 1333 m
FAR Landing distance (m)	: 1067 m



Gambar 5. 4 dimensi pesawat ATR 72 – 600

5.2.2 Perencanaan Landas Pacu (*runway*)

adapun faktor yang menentukan dimensi dari suatu runway yang pertama yaitu karakteristik pesawat yang berupa berat pesawat saat take off ataupun landing dan keadaan lingkungan seperti elevasi, suhu/temperatur dan gradien. Dengan pesawat rencana menggunakan pesawat ATR 72 -600 dengan spesifikasi pesawat sebagai berikut :

Panjang pesawat	: 27,050 m
Wingspan	: 27,166 m
MTOW	: 22,800 kg
MLW	: 22,350 kg
Max. Speed	: 170 knots (314 km/h)
Tinggi	: 7,65 m
Wheel track (m)	: 4,10 m
FAR T-O distance (m)	: 1333 m
FAR Landing distance (m)	: 1067 m

Runway

Panjang runway

Panjang Take Off

Panjang dipengaruhi oleh keadaan lingkungan bandara. Berikut analisa beberapa faktor terkait dengan lingkungan. Panjang takeoff (ARFL) = 1333 m

Koreksi Elevasi

Menurut ICAO Panjang dasar suatu runway akan mengalami pertambahan kenaikan sebesar 7%, setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian muka muka air laut. Elevasi bandara (h) = 10 ft = 3.048 m. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$Fe = 1 + 0.07 \times \frac{3.048}{300}$$

$$Fe = 1,0007112 \text{ m}$$

Koreksi Temperatur

menurut ICAO panjang suatu landasan harus dikoreksi temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C dan untuk kenaikan 1000m dari permukaan laut rata – rata temperatur akan mengalami penurunan 6,5°C. Suhu bandara sebesar 30.43°C Maka perhitungan untuk koreksi temperatur sebagai berikut :

$$Ft = 1 + 0,01 (30,43 - (15 - 0,0065h))$$

$$Ft = 1,154498 \text{ m}$$

Koreksi kemiringan

kemiringan gradien efektif (perbedaan maksimum ketinggian antara titik tertinggi dan terendah dari landas pacu dibagi dengan panjang total landas pacu) sebesar 1%. Kemiringan gradien efektif bandara sebesar 0.11%. Koreksi kemiringan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Fs = 1 + 0,1 \times 0.11\%$$

$$Fs = 1,00012 \text{ m}$$

Dari perhitungan koreksi di atas maka didapatkan kebutuhan panjang runway akibat MTOW setelah dikoreksi adalah sebagai berikut

$$L_r = (ARFL \times F_e \times F_t \times F_s)$$

$$L_r = (1333 \times 1,007 \times 1,154 \times 1,00012)$$

$$L_r = 1336,16 \text{ m}$$

Panjang Landing

Panjang dipengaruhi oleh keadaan lingkungan bandara. Berikut analisa beberapa faktor terkait dengan lingkungan. Panjang landing (ARFL) = 1067 m

Koreksi Elevasi

Menurut ICAO Panjang dasar suatu runway akan mengalami pertambahan kenaikan sebesar 7%, setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian muka muka air laut. Elevasi bandara (h) = 10 ft = 3.048 m. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$F_e = 1 + 0,07 \times \frac{3,048}{300}$$

$$F_e = 1,0007112 \text{ m}$$

Koreksi kemiringan

menurut ICAO panjang suatu landasan harus dikoreksi temperatur sebesar 1% untuk setiap kenaikan 1°C dan untuk kenaikan 1000m dari permukaan laut rata – rata temperatur akan mengalami penurunan 6,5°C. Suhu bandara sebesar 30.43°C Maka perhitungan untuk koreksi temperatur sebagi berikut :

$$F_t = 1 + 0,01 (30,43 - (15 - 0,0065h))$$

$$F_t = 1,154498 \text{ m}$$

Koreksi kemiringan

kemiringan gradien efektif (perbedaan maksimum ketinggian antara titik tertinggi dan terendah dari landas pacu dibagi dengan panjang total landas pacu) sebesar 1%. Kemiringan gradien efektif

bandara sebesar 0.11%. Koreksi kemiringan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_s = 1 + 0,1 \times 0.11\%$$

$$F_s = 1,00012 \text{ m}$$

Dari perhitungan koreksi di atas maka didapatkan kebutuhan panjang runway akibat MTOW setelah dikoreksi adalah sebagai berikut

$$L_r = (ARFL \times F_e \times F_t \times F_s)$$

$$L_r = (1067 \times 1,007 \times 1,154 \times 1.00012)$$

$$L_r = 1070,16$$

Maka Panjang runway adalah 1500 m

Setelah panjang landas pacu dikonversi ke ARFL di atas dengan koreksi yang ditentukan, akan dikontrol kembali dengan menggunakan Aerodrome Reference Code (ARC) agar bisa mempermudah membaca hubungan antara beberapa spesifikasi pesawat terbang yang sudah ada dengan berbagai karakteristik bandara udara. Kontrol dengan menggunakan ARC dapat dilakukan berdasarkan pada tabel 2.1 sebagai berikut ini :

Tabel 5. 10 Aero Reference Code (ARC)

UNSUR KODE 1		UNSUR KODE 2		
nomor kode	Panjang lapangan acuan pesawat terbang	huruf kode	bentang sayap	bentang roda pendaratan utama bagian luar
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	$< 800 \text{ m}$	A	$< 15 \text{ m}$	$< 4,5$
2	$800 \text{ m} < L < 1200 \text{ m}$	B	$15 \text{ m} < B < 24 \text{ m}$	$4,5 \text{ m} < B < 6 \text{ m}$
3	$1200 \text{ m} < L < 1800 \text{ m}$	C	$24 \text{ m} < B < 36 \text{ m}$	$6 \text{ m} < B < 9 \text{ m}$
4	$L > 1800 \text{ m}$	D	$36 \text{ m} < B < 52 \text{ m}$	$9 \text{ m} < B < 14 \text{ m}$
		E	$52 \text{ m} < B < 60 \text{ m}$	$9 \text{ m} < B < 14 \text{ m}$

(sumber : Horenjeff, 1988)

Lebar Runway

Untuk persyaratan lebar landas pacu untuk lebih detailnya sudah tercantum pada ICAO berdasarkan kode ARC yang sudah ditentukan kemudian melihat tabel berikut ini

Tabel 5. 11 Lebar Landasan Pacu menurut Kode

Kode Angka	KODE HURUP				
	A	B	C	D	E
1 ^a	18 m	18 m	23 m	-	-
	(60 ft)	(60 ft)	(75 ft)	-	-
2 ^a	23 m	23 m	30 m	-	-
	(75 ft)	(75 ft)	(100 ft)	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-
	(100 ft)	(100 ft)	(100 ft)	(150 ft)	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m
			(150 ft)	(150 ft)	(150 ft)
a. Lebar landasan presisi harus tidak kurang dari 30 m (100 ft) untuk kode angka 1 atau 2					

Catatan :

Apabila landasan dilengkapi dengan bahu landasan lebar total dan bahu landasannya paling kurang 60 m (200 ft)
(sumber : Basuki, 1986)

Berdasarkan tabel di atas diperoleh hasil lebar runway untuk panjang landasan 1500 m dengan kode ARC C, adalah 30 m (100ft).

Kemiringan Memanjang Runway

Kemiringan memanjang mengacu pada ICAO. Dimana ICAO memiliki standar kemiringan memanjang berdasarkan kode ARC.

Untuk kode ARC C didapatkan nilai :

- e. Kemiringan memanjang efektif = 1 %
- f. Kemiringan memanjang maks. = 1,5 %
- g. Perubahan kemiringan memanjang maks. = 1,5 %
- h. Perubahan kemiringan per 30m (100ft) = 0.2 %

Kemiringan Melintang Runway

Kemiringan melintang runway mengacu pada SKEP 77 – IV – 2005 yang menyatakan besarnya nilai kemiringan untuk kode huruf C adalah sebesar 2 %. Sedangkan untuk kemiringan melintang untuk bahu runway adalah sebesar 2,5 %.

Stopways

Stopway terletak pada ujung dari runway, berdasarkan kode ARC dengan kode huruf C dari tabel didapatkan dimensi untuk stopways adalah sebagai berikut :

- a. Lebar stopways = 30 m
- b. Panjang stopways = 60 m
- c. Kemiringan stopways = 0,3 % / 30 m

Runway End Safety Area

Untuk dimensi Runway End Safety Area (RESA) menurut SKEP 77 – IV – 2005 didapatkan hasil untuk kode huruf C adalah sebagai berikut :

- f. Landasan instrumen = 90 m
- g. Landasan non instrumen = 90 m
- h. Lebar min. = 30 m
- i. Kemiringan memanjang = 5 %
- j. Kemiringan melintang = 5 %

5.2.3 Taxiway (Landas Penghubung)

Landas penghubung (taxiway) adalah akses yang menghubungkan antara landas pacu dan pelataran parkir pesawat. Dengan pesawat rencana menggunakan pesawat ATR 72 -600 dengan spesifikasi pesawat sebagai berikut :

Panjang pesawat	: 27,050 m
Wingspan	: 27,166 m
MTOW	: 22,800 kg
MLW	: 22,350 kg
Max. Speed	: 170 knots (314 km/h)

Tinggi	: 7,65 m
Wheel track (m)	: 4,10 m
FAR T-O distance (m)	: 1333 m
FAR Landing distance (m)	: 1067 m

Dimensi Taxiway

Untuk dimensi dari taxiway ini berdasarkan pada SKEP 77 – IV – 2005 yang menyatakan bahwa dimensi taxiway berdasarkan kode huruf C didapatkan nilai lebar taxiway sebesar 15 m dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi taxiway sebesar 3 m.

Bahu Taxiway

Menurut SKEP 77 – IV – 2005 Bagian yang lurus dari taxiway harus dilengkapi dengan bahu dengan luasan simetris pada setiap sisinya, untuk itu lebar minimum bahu taxiway pada bagian lurus untuk kode huruf C adalah 25 m

Kemiringan Memanjang Taxiway

Kemiringan memanjang taxiway berdasarkan SKEP 77 – IV – 2005 pada tabel 2. 11 untuk kode huruf B didapatkan kemiringan memanjang sebesar 1,5 % , perubahan maksimum kemiringan 1 % per 30 m dan jari – jari peralihan minimum 3000 m.

Kemiringan Melintang Taxiway

Kemiringan melintang taxiway diperlukan agar mencegah kemungkinan adanya genangan air pada taxiway, berdasarkan SKEP 77 – IV – 2005 pada tabel 2. 12 dengan huruf C didapatkan kemiringan melintang sebesar 1,5 %

Exit Taxiway

Exit taxiway berfungsi untuk mempersingkat waktu penggunaan runway oleh pesawat yang mendarat. Exit taxiway pada Bandara Trunojoyo direncanakan menyiku tegas lurus dengan sudut 90^0 .

Data kecepatan dan perlambatan pesawat untuk pesawat kategori C adalah :

- Kecepatan pendaratan (V_{0t}) = 71,94 m/dt
- Kecepatan touchdown (V_{td}) = 61,67 m/dt
- Kecepatan keluar exit taxiway (V_e) = 7,72 m/dt (untuk sudut 90^0)
- Perlambatan di udara (a_1) = 0,76 m/dt²
- Perlambatan di darat (a_2) = 1,52 m/dt²

Jarak Exit taxiway dari threshold dapat ditentukan sebagai berikut:

Jarak dari threshold ke Exit taxiway = jarak touch down + D

Dimana,

$$D = \frac{(V_{td}^2 - V_e^2)}{2a_2}$$

$$D = \frac{(61,67^2 - 7,72^2)}{2 \times 1,52}$$

$$D = 1231,4 \text{ m}$$

Fillet

Basuki (1986) menyatakan bahwa Tambahan luasan agar pergerakan pesawat masih mempunyai Wheel Clearance seperti yang sudah disyaratkan. Berdasarkan SKEP 77 – IV – 2005 pada tabel 2. 14 dengan huruf C didapatkan putaran taxiway 30 m, panjang dari peralihan ke fillet 45 m, jari-jari fillet untuk jugmental overstering symmetrical widening 20,4 m, jari-jari fillet untuk jugmental overstering side widening 18 m dan jari-jari fillet untuk Trading Centre line 16,5 m.

5.2.4 Apron (Pelataran Parkir Pesawat)

Apron adalah bagian dari bandar udara yang digunakan sebagai tempat parkir pesawat terbang. Selain untuk parkir, pelataran pesawat digunakan untuk mengisi bahan bakar, menurunkan penumpang, dan mengisi penumpang pesawat terbang. Ukuran pelataran parkir pesawat harus cukup untuk dapat melayani arus lalu lintas maksimum yang diperlukan. Dengan pesawat rencana menggunakan pesawat ATR 72 -600 dengan spesifikasi pesawat sebagai berikut :

Panjang pesawat	: 27,050 m
Wingspan	: 27,166 m
MTOW	: 22,800 kg
MLW	: 22,350 kg
Max. Speed	: 170 knots (314 km/h)
Tinggi	: 7,65 m
Wheel track (m)	: 4,10 m
FAR T-O distance (m)	: 1333 m
FAR Landing distance (m)	: 1067 m

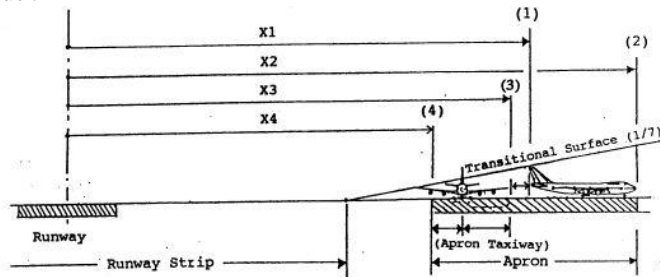
Dimensi Apron

Untuk dimensi Apron berpedoman pada tabel SKEP 77 – VI – 2005 untuk golongan pesawat dengan code ARC III didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Dimensi untuk satu pesawat
 - a. Tipe nose in

Panjang	= 95 m
Lebar	= 45 m
 - b. Clearance antar pesawat dengan pesawat di apron
sejarak 4,5 m
2. Kemiringan apron
 - a. Di tempat pesawat parkir, maksimum $= \leq 1\%$
 - b. Di daerah pemuatan bahan bakar pesawat $= + \frac{1}{2}$

Setelah menentukan dimensi apron dilanjutkan dengan penentuan jarak aman terhadap landas pacu (runway). Berikut perhitungan jarak apron berdasarkan SKEP 77 – IV – 2005 seperti pada gambar berikut :



Gambar 5. 5 Jarak Apron terhadap Runway

Sumber : SKEP – 77 – IV – 2005

X2 = posisi dari garis tengah runway sampai bangunan terminal

= 150 m (berdasarkan layout bandara)

X1 = X2 - panjang maksimum pesawat

= 150 – 27,05

= 122,95 m

X3 = X1 – jajak antar 2 pesawat

= 122,95 - 4,5 m

= 118,45 m

X4 = $X3 - \frac{\text{lebar maksimum pesawat}}{2}$

= $118,45 - \frac{27,166}{2} = 104,867 \text{ m} = 105 \text{ m}$

5.3 Perencanaan Perkerasan

5.3.1 Perkerasan Runway

Perkerasan runway menggunakan metode FAA (Federal Aviation Administration) untuk menghitung tebal perkerasannya, dengan menggunakan pesawat rencana ATR 72-600. Pesawat ATR 72-600 memiliki MTOW (Maximum Take Off Weights) sebesar 22,800 kg dan MLW (Maximum Landing Weight) sebesar 22,350 kg.

A. Forecast Annual Departure

Dalam kondisi saat ini, penerbangan Surabaya-Sumenep menggunakan jenis pesawat Twin otter DHC6 dengan kapasitas tempat duduk 13 orang. Berikut adalah perhitungan annual departure dengan menggunakan pesawat pada saat ini.

- Jenis pesawat = ATR 72-600
- Kapasitas tempat duduk = 70 kursi
- Σ keberangkatan = 2x seminggu
- Σ keberangkatan per tahun = 2 x 52 minggu
= 104 penerbangan/tahun

Jika pertumbuhan sebesar 7,98% dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5. 12 Annual Departure untuk Tahun Perencanaan 20 Tahun

TAHUN	petumbuhan	Annual Departure
2016	7.98%	104
2017	7.98%	112
2018	7.98%	121
2019	7.98%	131
2020	7.98%	141
2021	7.98%	153
2022	7.98%	165
2023	7.98%	178
2024	7.98%	192
2025	7.98%	208
2026	7.98%	224
2027	7.98%	242
2028	7.98%	261
2029	7.98%	282
2030	7.98%	305
2031	7.98%	329
2032	7.98%	355
2033	7.98%	383
2034	7.98%	414
2035	7.98%	447
2036	7.98%	483

Kemudian mengkonversi pesawat rencana menjadi ekuivalen annual departure dengan rumus sebagai berikut :

$$\log R1 = \log R2 \times \left(\frac{W2}{W1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned} R2 &= \text{annual departure} \times \text{faktor konversi} \\ &= 483 \times 1 \\ &= 483 \end{aligned}$$

$$W2 = (0,95/4) \times 23000 = 5462.5$$

$$W1 = 5462.5$$

$$\begin{aligned} \log R1 &= \log 521 \times \left(\frac{5462.5}{5462.5} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 2.684 \end{aligned}$$

$$R1 = 10^{2.684} = 483$$

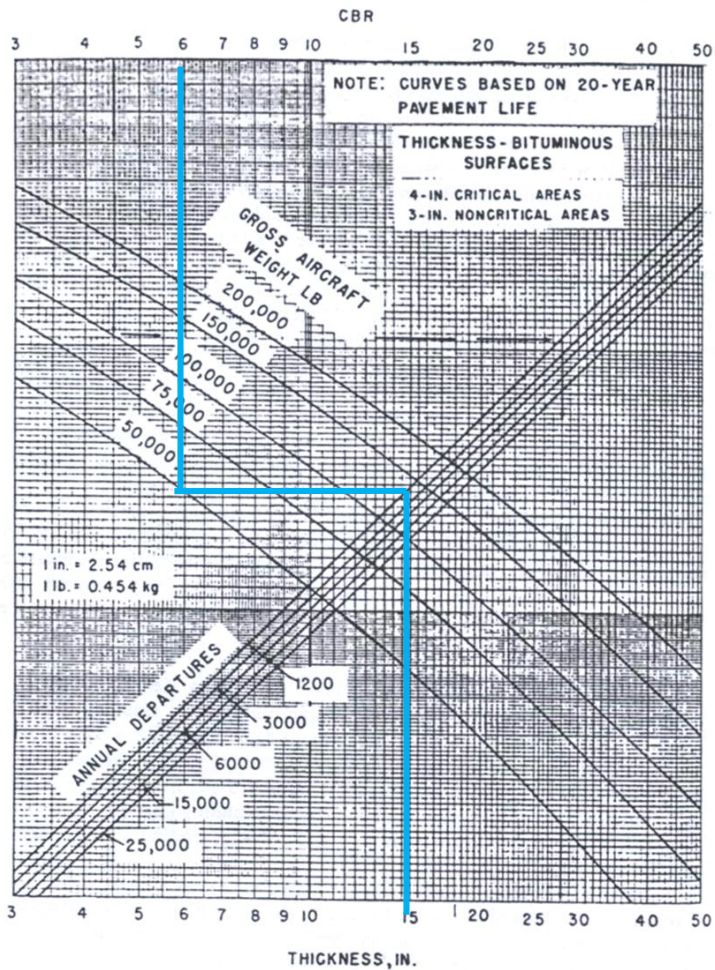
B. Perhitungan Tebal Perkerasan

Berdasar perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat data sebagai berikut :

- Total annual departure = 483
- Jenis pesawat : dual wheel gear
- CBR sub grade = 6 % (apabila < 6% perlu adanya perbaikan tanah dasar)
- CBR Sub base = 39 %
- MTOW = 23000 kg = 50706 lb,

Tebal perkerasan total dapat dihitung dengan menggunakan gambar kurva rencana perkerasan flexible untuk Dual Wheel Gear. Dengan cara menarik nilai CBR sub grade = 10% kebawah sampai

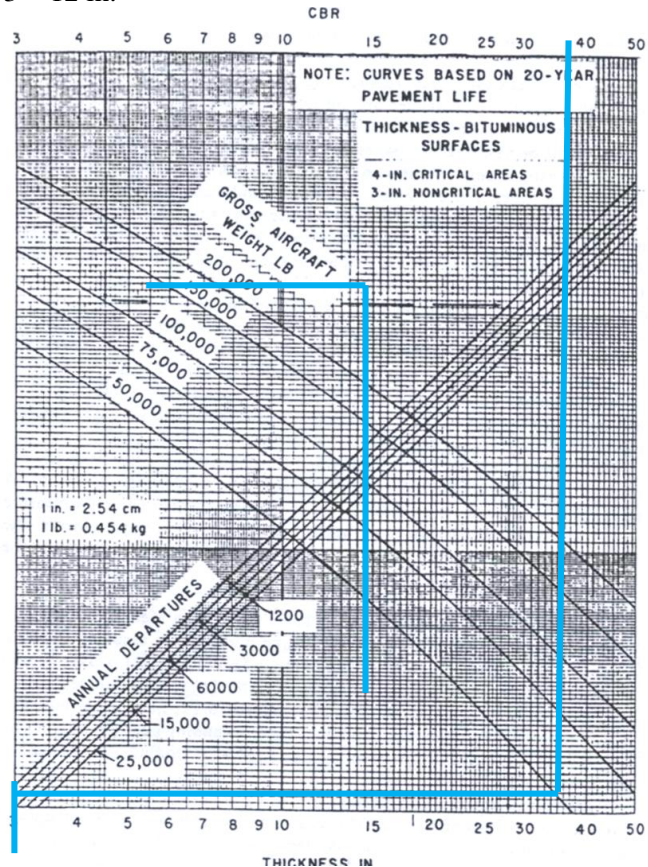
memotong MTOW pesawat rencana = 50000 lb. kemudian ditarik ke kanan sampai memotong total annual departure minimum yaitu 1200, lalu ditarik kebawah sehingga diperoleh total tebal perkerasan 15 inchi = 38,1 cm.



Gambar 5. 6 Tebal Perkerasan Total

1. Tebal Sub Base

Dengan CBR sub base 39 % dan dengan menggunakan grafik dan cara yang sama, maka didapat tebal perkerasan diatas sub base sebesar 3 inchi. Maka tebal sub base = $15 - 3 = 12$ in.



Gambar 5. 7 Tebal Lapisan Sub Base

2. Tebal Surface

Tebal surface aspal untuk daerah kritis = 4 inchi = 10,16 cm \approx 11 cm. dan untuk daerah non kritis = 3 inchi = 7,62 cm \approx 8 cm.

3. Tebal Base Course

Tebal base didapatkan dari tebal perkerasan total dikurangi dengan jumlah tebal sub base dan surface.

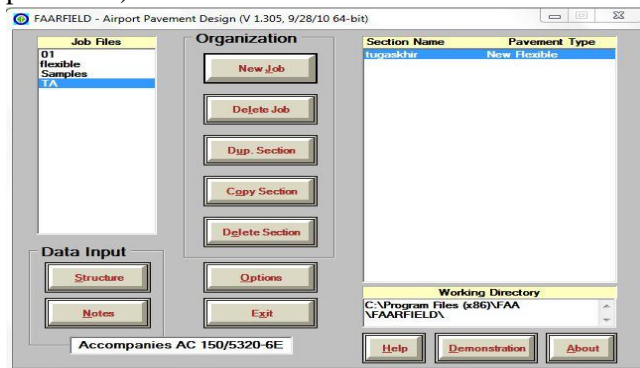
Maka tebal base course = 3 – 4
= -1

Karena nilai base course memiliki tebal minimum adalah 6 in, dan hasil dari grafik < 6 in. Maka digunakan tebal minimum yaitu 6 in

C. Kontrol Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Software FAARFIELD

Langkah – langkah dalam merencanakan tebal perkerasan lentur yang dilakukan setelah membuka software ini adalah sebagai berikut :

- a. Memilih section dengan jenis perkerasan lentur (flexible pavement).



Gambar 5. 8 Tampilan Utama Software FAARFIELD

- b. Memilih tombol menu structure yang sudah tersedia pada kolom input data pada di bawah kolom “job files” pada software tersebut, sehingga muncul tampilan seperti dibawah ini.

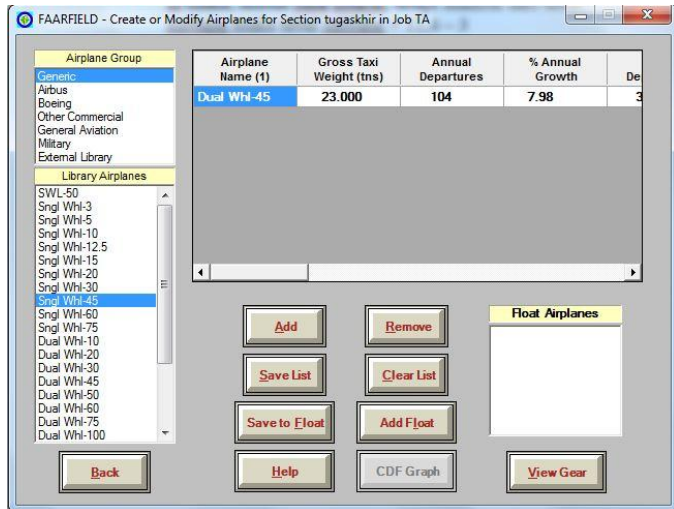
The screenshot shows the FAARFIELD software interface. The title bar reads "FAARFIELD - Modify and Design Section tugaskhir in Job TA". The main window is divided into several sections:

- Section Names:** A list box containing "tugaskhir".
- Status:** A button labeled "Airplane".
- Input Fields:**
 - Job Name: "TA tugaskhir"
 - Design Life: "Des. Life = 20"
- Table of Layers:**

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	101.6	1,378.95
P-209 Cr Ag	152.4	263.35
P-154 UnCr Ag	178.8	115.25
Subgrade	CBR = 6.0	62.05
- Summary:** "Total thickness to the top of the subgrade, t = 432.8 mm"
- Buttons:** "Back", "Help", "Life", "Modify Structure", "Design Structure", "Save Structure".

Gambar 5. 9 Tampilan Menu Structure pada Software FAARFIELD

- c. Klik menu aeroplane dan memilih jenis pesawat yang sesuai dengan pesawat rencana dilanjutkan dengan menginput data MTOW, Annual Departure, dan Annual Growth bila selesai klik tombol kembali



Gambar 5. 10 Tampilan Menu Aeroplane pada Software FAARFIELD

- d. Setelah selesai menginput data pesawat rencana, dilanjutkan dengan mengisi kolom tebal perkerasan pada masing – masing lapisan yang sudah direncanakan dengan cara mengklik menu “modify structure” dan mengisi nilainya.

FAARFIELD - Modifying Section tugaskhir in Job TA

Section Names
tugaskhir

TA tugaskhir Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	101.6	1,378.95
P-209 Cr Ag	152.4	263.35
P-154 UnCr Ag	304.8	115.25
Subgrade	CBR = 6.0	62.05

Total thickness to the top of the subgrade, $t = 558.8$ mm

Status

Airplane

Back Help Life End Modify Add/Delete Layer Save Structure

Gambar 5. 11 Tampilan Menu Structure pada Software FAARFIELD

- e. Apabila semua sudah diinputkan maka langkah selanjutnya adalah mengklik tombol “Design Structure” dan didapatkan hasil tebal total perkerasan sebesar 432.8 mm = 17 inch

FAARFIELD - Modify and Design Section tugaskhir in Job TA

Section Names
tugaskhir

TA tugaskhir Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	101.6	1,378.95
P-209 Cr Ag	152.4	263.35
P-154 UnCr Ag	178.8	115.25
Subgrade	CBR = 6.0	62.05

N = 3; Subgrade CDF = 1.00; t = 432.8 mm

Design Stopped 0.53; 0.32

Airplane

Back Help Life Modify Structure Design Structure Save Structure

Gambar 5. 12 Tampilan Hasil Desain Struktur Software FAARFIELD

Dari hasil perhitungan menggunakan software didapatkan tinggi tebal perkerasan total = 17 inch sedangkan untuk hasil dari perhitungan manual didapatkan tinggi tebal perkerasan total adalah 15 inch

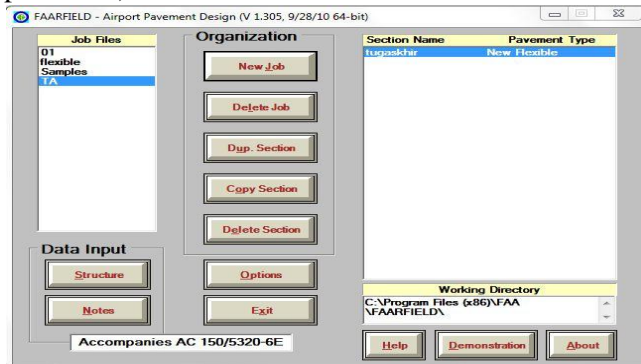
5.3.2 Perkerasan Taxiway

Untuk perkerasan sendiri menurut SKEP 77-IV-2005 kekuatan dan ketebalan perkerasan taxiway sama dengan kekuatan dan ketebalan dari perkerasan landas pacu (runway). Adapun hasil yang didapatkan dari perhitungan perkerasan landas pacu adalah sebagai berikut :

- a. CBR subgrade = 6%
- b. CBR sub base = 39 %
- c. Tebal surface = 4 in untuk daerah kritis
3 in untuk non kritis
- d. Tebal base course = 6 in
- e. Tebal sub base = 9,4 in

Langkah – langkah dalam merencanakan tebal perkerasan lentur yang dilakukan setelah membuka software ini adalah sebagai berikut :

- a. Memilih section dengan jenis perkerasan lentur (flexible pavement).



Gambar 5. 13 Tampilan Utama Software FAARFIELD

- b. Memilih tombol menu structure yang sudah tersedia pada kolom input data pada di bawah kolom “job files” pada software tersebut, sehingga muncul tampilan seperti dibawah ini.

FAARFIELD - Modify and Design Section tugaskhir in Job TA

Section Names
tugaskhir

TA tugaskhir Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	101.6	1,378.95
P-209 Cr Ag	152.4	263.35
P-154 UnCr Ag	178.8	115.25
Subgrade	CBR = 6.0	62.05

Total thickness to the top of the subgrade, t = 432.8 mm

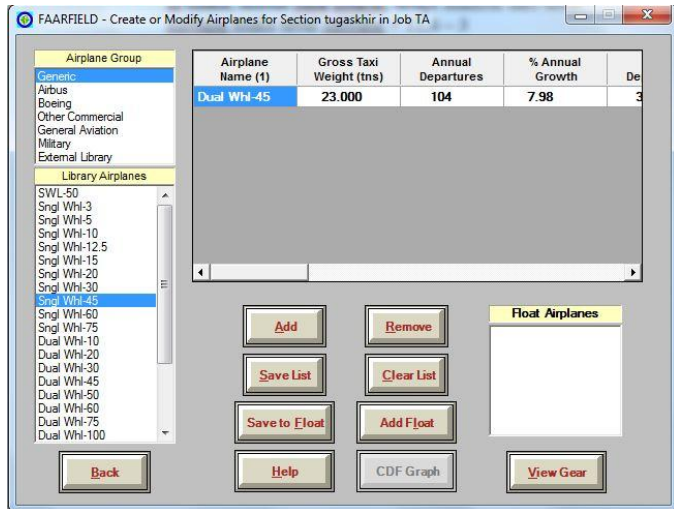
Status

Airplane

Back Help Life Modify Structure Design Structure Save Structure

Gambar 5. 14 Tampilan Menu Structure pada Software FAARFIELD

- c. Klik menu aeroplane dan memilih jenis pesawat yang sesuai dengan pesawat rencana dilanjutkan dengan menginput data MTOW, Annual Departure, dan Annual Growth bila selesai klik tombol kembali



Gambar 5. 15 Tampilan Menu Aeroplane pada Software FAARFIELD

- d. Setelah selesai menginput data pesawat rencana, dilanjutkan dengan mengisi kolom tebal perkerasan pada masing – masing lapisan yang sudah direncanakan dengan cara mengklik menu “modify structure” dan mengisi nilainya.

FAARFIELD - Modifying Section tugaskhir in Job TA

Section Names
tugaskhir

TA tugaskhir Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	101.6	1,378.95
P-209 Cr Ag	152.4	263.35
P-154 UnCr Ag	304.8	115.25
Subgrade	CBR = 6.0	62.05

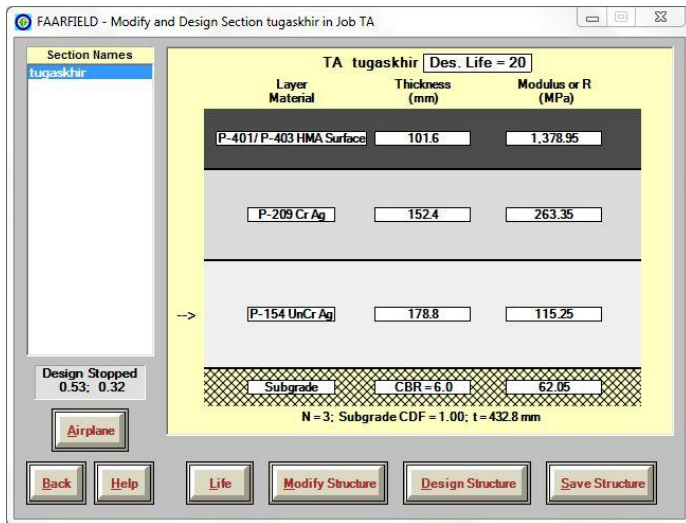
Total thickness to the top of the subgrade, $t = 558.8$ mm

Status
Airplane

Back Help Life End Modify Add/Delete Layer Save Structure

Gambar 5. 16 Tampilan Menu Structure pada Software FAARFIELD

- f. Apabila semua sudah diinputkan maka langkah selanjutnya adalah mengklik tombol “Design Structure” dan didapatkan hasil tebal total perkerasan sebesar 432.8 mm = 17 inch



Gambar 5. 17 Tampilan Hasil Desain Struktur Software FAARFIELD

Dari hasil perhitungan menggunakan software didapatkan tinggi tebal perkerasan total = 17 inch sedangkan untuk hasil dari perhitungan manual didapatkan tinggi tebal perkerasan total adalah 15 inch

5.3.3 Perkerasan Apron

A. Menentukan Pesawat Rencana

Untuk menghitung perkerasan apron langkah pertama yang dilakukan adalah mengkonversi pesawat rencana menjadi ekuivalen annual departure dengan rumus sebagai berikut

$$\log R1 = \log R2 \times \left(\frac{W2}{W1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

R2 = annual departure x faktor konversi

$$= 483 \times 1$$

$$= 483$$

W2 = $(0,95/4) \times 23000 = 5462.5$

W1 = 5462.5

$$\log R1 = \log 521 \times \left(\frac{5462.5}{5462.5} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2.684$$

$$R1 = 10^{2,684} = 483$$

B. Perhitungan Tebal Perkerasan

Adapun data penunjang dalam perhitungan tebal perkerasan untuk apron adalah sebagai berikut :

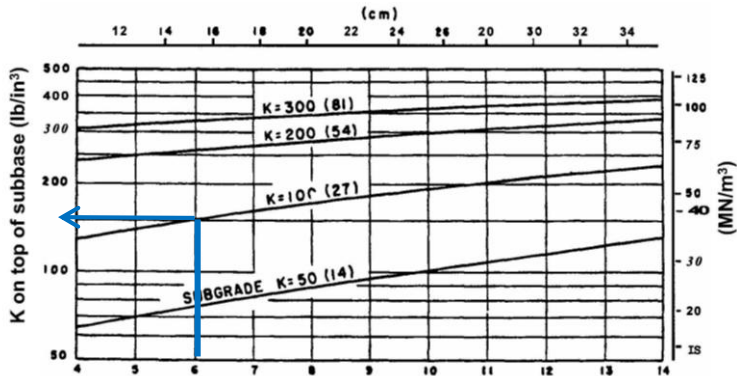
Jenis tanah = liquid limit (CL)

CBR subgrade = 6 %

Subgrade modulus (k) = 100 pci

Mutu beton = k-400

Direncanakan tebal subbase adalah 6 in, untuk menentukan nilai modulus subbase menggunakan grafik di bawah ini :



Gambar 5. 18 Nilai Modulus Untuk Sub Base

Dari grafik di atas diperoleh nilai modulus untuk lapisan sub base adalah sebesar 150 psi

Selanjutnya menentukan nilai tebal slab beton menggunakan nilai concrete flexural strength (MR).

$$MR = k \times \sqrt{f_c'}$$

Dimana : k = adalah nilai konstanta (antara 8 sampai 10)

F_c' = kuat tekan beton (psi)

Maka,

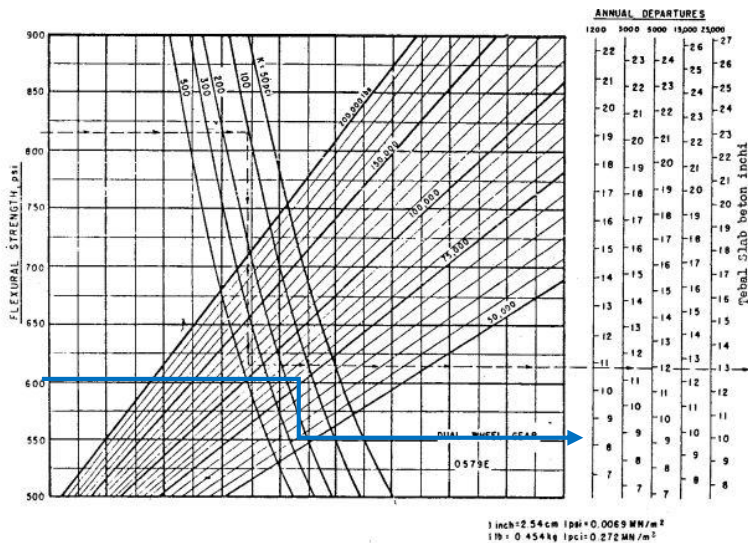
$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan beton K-400} &= 400 \text{ kg/cm}^3 \\
 &= 400 \times 14,22 \text{ lb/in}^2 \\
 &= 5688 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

nilai concrete flexural strength (MR) adalah sebagai berikut:

$$MR = 8 \times \sqrt{5688} \quad (8 = \text{nilai konstanta pengali})$$

$$= 603,35 \text{ psi}$$

Setelah mendapatkan nilai concrete flexural strength (MR) sebesar 603,35. Untuk subbase ini direncanakan menggunakan jenis material berjenis agregat, berdasarkan hasil dan jenis kemudian diplotkan pada grafik yang tersedia di bawah ini :



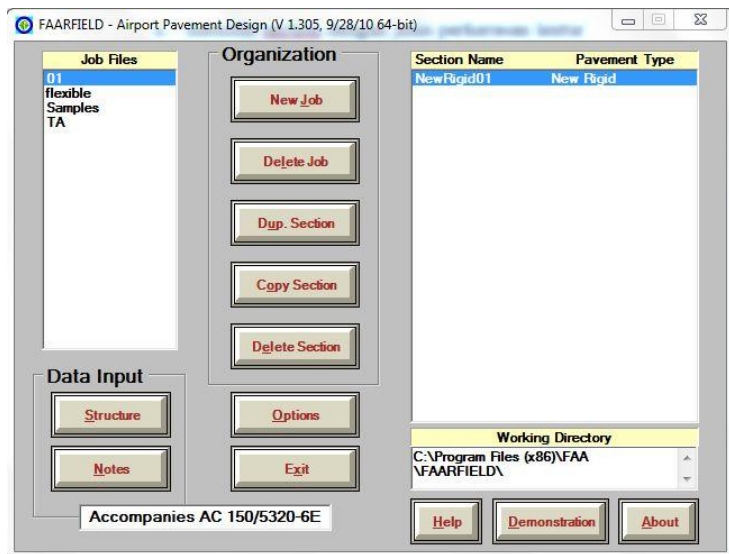
Gambar 5. 19 Menentukan Tebal Slab Beton

Dari grafik 5.5 didapatkan hasil untuk tebal slab beton setebal 8,2 inch

C. Kontrol Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Software FAARFIELD

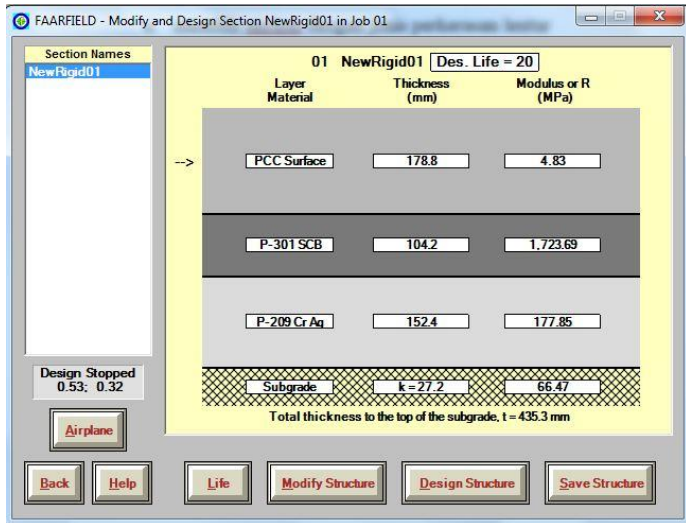
Langkah – langkah dalam merencanakan tebal perkerasan lentur yang dilakukan setelah membuka software ini adalah sebagai berikut :

- a. Memilih section dengan jenis perkerasan lentur (flexible pavement).



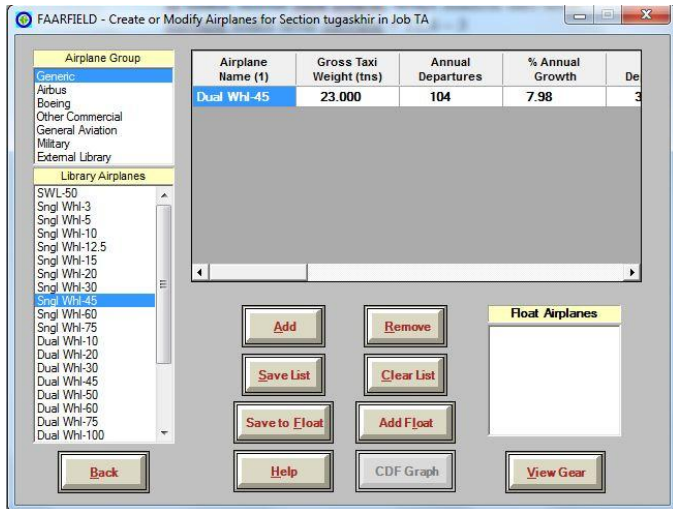
Gambar 5. 20 Tampilan Menu Awal Software FAARFIELD

- b. Memilih structure pada kolom input data pada software tersebut.



Gambar 5. 21 Tampilan Menu Struktur pada Software FAARFIELD

- c. Klik menu aeroplane dan memilih jenis pesawat yang sesuai dengan pesawat rencana dilanjutkan dengan menginput data MTOW, Annual Departure, dan Annual Growth bila selesai klik tombol kembali.



Gambar 5. 22 Perencanaan Pesawat Rencana pada Software FAARFIELD

- d. Setelah selesai menginput data pesawat rencana, dilanjutkan dengan mengisi kolom tebal perkerasan pada masing – masing lapisan yang sudah direncanakan dengan cara mengklik menu “modify structure” dan mengisi nilainya.

FAARFIELD - Modifying Section NewRigid01 in Job 01

Section Names
NewRigid01

01 NewRigid01 Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
PCC Surface	152.4	4.83
P-301 SCB	208.3	1,723.69
P-209 Cr Ag	152.4	177.85
Subgrade	k = 27.2	66.47

Total thickness to the top of the subgrade, t = 513.1 mm

Design Stopped
0.53, 0.32

Airplane

Back Help Life End Modify Add/Delete Layer Save Structure

Gambar 5. 23 Perencanaan Tebal Perkerasan Pada Software FAARFIELD

- e. Apabila semua sudah diinputkan maka langkah selanjutnya adalah mengklik tombol “Design Structure” dan didapatkan hasil tebal total perkerasan sebesar 435.3 mm = 17,13 inch

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
PCC Surface	178.8	4.83
P-301 SCB	104.2	1.723.69
P-209 Cr Ag	152.4	177.85
Subgrade	k = 2 / 2	66.47

Total thickness to the top of the subgrade, t = 435.3 mm

Gambar 5. 24 Hasil Dari Desain Perencanaan Tebal Perkerasan FAARFIELD

Dari hasil perhitungan menggunakan software didapatkan tinggi tebal perkerasan total = 17,13 inch sedangkan untuk hasil dari perhitungan manual didapatkan tinggi tebal perkerasan total adalah 14,2 inch

D. Perencanaan Tulangan

Setelah mendapatkan tebal slab beton yang dicari dilanjutkan dengan perhitungan tulangan untuk slab beton yang direncanakan.

Tebal slab beton = 8,2 inch = 208,28 mm

Joint spacing longitudinal = 15 *ft*

Joint spacing transversal = 15 *ft*

Merencanakan dowel

Perencanaan dowel meliputi diameter, panjang, dan spasi yang nantinya didapatkan berdasarkan tebal slab beton yang akan dicocokkan dengan tabel mengenai dowel berikut ini :

Dari tabel di atas untuk tebal slab beton = 8,2 in didapatkan hasil seperti berikut :

Thickness of Slab	Diameter	Length	Spacing
6-7 in (150-180 mm)	3/4 in (20 mm)	18 in (460 mm)	12 in (305 mm)
8-12 in (210-305 mm)	1 in (25 mm)	19 in (480 mm)	12 in (305 mm)
13-16 in (330-405 mm)	1 1/4 in ¹ (30 mm)	20 in (510 mm)	15 in (380 mm)
17-20 in (430-510 mm)	1 1/2 in ¹ (40 mm)	20 in (510 mm)	18 in (460 m)
21-24 in (535-610 mm)	2 in ¹ (50 mm)	24 in (610 mm)	18 in (460 mm)

¹Dowels noted may be solid bar or high-strength pipe. High-strength pipe dowels must be plugged on each end with a tight-fitting plastic cap or with bituminous or mortar mix.

Sumber : Federal Aviation Administration

Diameter dowel = 1 in = 25 mm

Panjang dowel = 19 in = 480 mm

Spasi dowel = 12 in = 305 mm

Digunakan tulangan tipe A615 drage 40 dengan nilai $f_s = 27000$ MN/m²

Menghitung As tulangan

Perhitungan As menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A_s = \frac{3,7 \times L \sqrt{L \times t}}{f_s}$$

$$A_s = \frac{3,7 \times 15ft \sqrt{15ft \times 8,2}}{27000}$$

$$A_s = 0,0277$$

Digunakan diameter 0,375 in atau D-10

$$\text{As pasang} = 0,11 \text{ in}$$

$$\text{As perlu} = 0,0277 \text{ in}$$

$$\text{jumlah tulangan} = \frac{\text{As perlu}}{\text{As pasang}}$$

$$\text{jumlah tulangan} = \frac{0,0277}{0,11}$$

$$\text{jumlah tulangan} = 1 \text{ buah}$$

Dengan jarak tulangan = $1000/1 = 1000 \text{ mm}$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa studi perencanaan geometrik dan perkerasan sisi udara bandar udara Trunojoyo Sumenep yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari analisa kondisi geometrik eksisting pada sisi udara yang sudah dilakukan diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk perencanaan 20 tahun mendatang sudah tidak memenuhi, hal ini dikarenakan tidak sesuai dengan kebutuhan pesawat rencana yang sudah berjenis ATR 72 - 600 yang sudah memiliki dimensi yang sudah lebih besar dari pesawat berjenis Twin otter yang saat ini masih beroperasi di bandara Trunojoyo.
2. Dari analisa kondisi perkerasan eksisting pada sisi udara yang sudah dilakukan diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk perencanaan 20 tahun mendatang sudah tidak memenuhi, hal ini dikarenakan tidak sesuai dengan kebutuhan pesawat rencana yang sudah berjenis ATR 72 - 600 yang sudah memiliki bobot atau berat yang sudah lebih besar dari pesawat berjenis Twin otter yang saat ini masih beroperasi di bandara Trunojoyo.
3. Dari hasil analisa perencanaan 20 tahun mendatang untuk geometrik sisi udara dengan menggunakan pesawat rencana ATR 72 – 600 yang sudah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Untuk geometrik landas pacu (*runway*)

Panjang runway	: 1500 m
Lebar runway	: 30 m
Kemiringan memanjang efektif	: 1 %
Kemiringan memanjang maks	: 1,5 %
Kemiringan melintang	: 2 %
Kemiringan melintang bahu	: 2,5 %

Untuk geometrik landas penghubung (*taxiway*)

Panjang taxiway	: 150 m
Lebar taxiway	: 15 m
Bahu taxiway	: 25 m
Kemiringan memanjang	: 1,5 %
Kemiringan melintang	: 1,5 %

Untuk geometrik pelataran parkir pesawat (*apron*)

Jenis apron	: Nose in
Panjang apron	: 95 m
Lebar apron	: 45 m
Clearence antar pesawat	: 4,5 m
Kemiringan maksimum	: $\leq 1\%$

4. Dari hasil analisa perencanaan 20 tahun mendatang untuk perkerasan sisi udara dengan menggunakan pesawat rencana ATR 72 – 600 yang sudah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Untuk tebal perkerasan landas pacu (*runway*) dan taxiway di desain sama menggunakan perkerasan lentur dengan rincian sebagai berikut :

Tebal lapisan surface	= 4 inchi
Tebal lapisan base course	= 6 inchi
Tebal lapisan sub base	= 12 inchi

Sedangkan untuk tebal perkerasan pelataran parkir pesawat (*apron*) di desain sama menggunakan perkerasan kaku dengan rincian sebagai berikut :

Tebal lapisan surface	= 4 inchi
Tebal lapisan slab beton	= 8,2 inchi
Tebal lapisan sub base	= 6 inchi

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

DAFTAR PUSTAKA

Ashford N., & Mumayiz S., A., (2011). *Airport Engineering Planning, Design, and Development of 21st-Century Airports* (Fourth Edi). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Basuki, H. (1986). *Merancang, Merencana Lapangan Terbang*. Bandung: Penerbit Alumni.

Tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara, Pub. L. No. SKEP 77-VI-2005.

Horonjeff R., & Mckelvey. F. X. (2010). *Planning & Design of Airports* (Fifth Edit). New York: Mc Graw Hill, Inc.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

Proyek : PEKERJAAN PERPANJANGAN (470MX30M) DAN PELEBARAN LANDAS PACU(1160MX2X3,5M)
DENGAN ASPHALT HOTMIX TERMASUK MARKING

Lokasi : Perpanjangan Runway Bandara Trunojoyo Sumenep
Station : 1+600 (Center)
Jenis Material : Sub Base (Base B)
Dikerjakan : M. Reza

No. Contoh : 9-1
Kedalaman : 0.3 m
Tanggal Uji : 29-May-16

CBR LAPANGAN

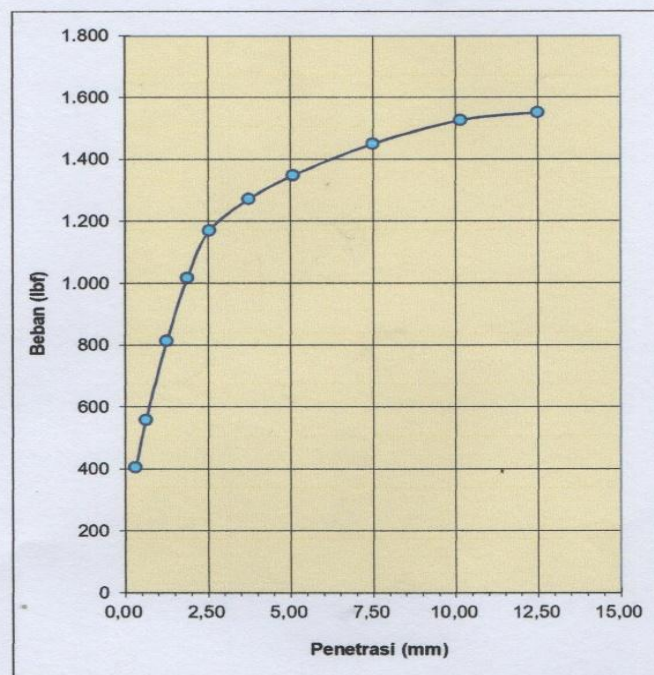
Beban - Penetrasi

Penetrasi (mm)	Bacaan (div.)	Beban (lbf)
0,31	8,00	407,34
0,62	11,00	560,09
1,25	16,00	814,68
1,87	20,00	1.018,35
2,54	23,00	1.171,10
3,75	25,00	1.272,94
5,08	26,50	1.349,31
7,50	28,50	1.451,15
10,16	30,00	1.527,52
12,50	30,50	1.552,98

Kalibrasi : 50,9174 lbf

Penetrasi	2.5 mm	5.0 mm
Nilai CBR	39,04	29,98

Catatan:



BANDAR UDARA KELAS III TRUNOJOYO	KONSULTAN SUPERVISI PT. BENNATIN SURYA CIPTA	KONTRAKTOR PELAKSANA PT. BUMI DUTA PERSADA PT. DUA PUTRI KEDATON- KSO

Proyek : PEKERJAAN PERPANJANGAN (470MX30M) DAN PELEBARAN LANDAS PACU(1160MX2X3,5M)
DENGAN ASPHALT HOTMIX TERMASUK MARKING

Lokasi : Perpanjangan Runway Bandara Trunojoyo Sumenep
Station : 1+600 (Right)
Jenis Material : Basecourse A
Dikerjakan : M. Reza

No. Contoh : 9-1
Kedalaman : 0,2 M
Tanggal Uji : 08-Jun-16

CBR LAPANGAN

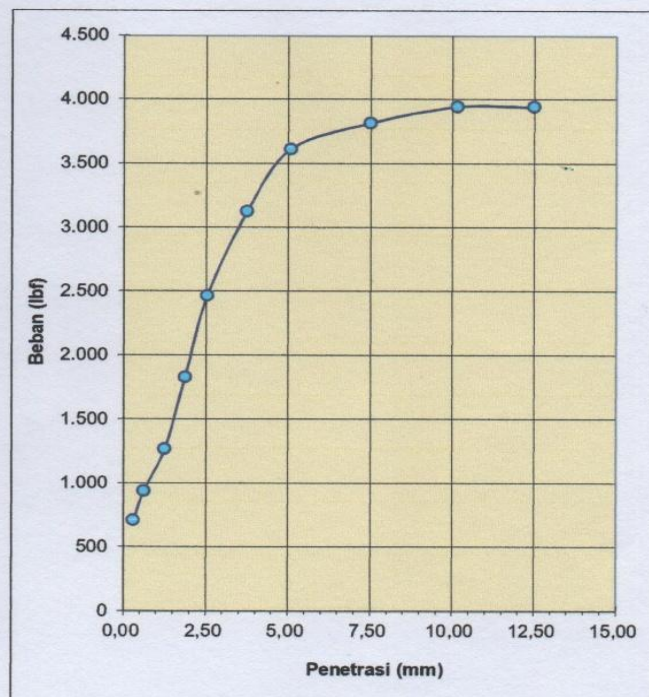
Beban - Penetrasi

Penetrasi (mm)	Bacaan (div.)	Beban (lbf)
0,31	14,00	712,84
0,62	18,50	941,97
1,25	25,00	1.272,94
1,87	36,00	1.833,03
2,54	48,50	2.469,49
3,75	61,50	3.131,42
5,08	71,00	3.615,14
7,50	75,00	3.818,81
10,16	77,50	3.946,10
12,50	77,50	3.946,10

Kalibrasi : 50,9174 lbf

Penetrasi	2.5 mm	5.0 mm
Nilai CBR	82,32	80,34

Catatan:



BANDAR UDARA KELAS III
TRUNOJOYO

KONSULTAN SUPERVISI
PT. BENNATIN SURYA CIPTA

KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. BUMI DUTA PERSADA PT. DUA
PUTRI KEDATON- KSO

Proyek : PEKERJAAN PERPANJANGAN (470MX30M) DAN PELEBARAN LANDAS PACU(1160MX2X3,5M)
DENGAN ASPHALT HOTMIX TERMASUK MARKING

Lokasi : Perpanjangan Runway Bandara Trunojoyo Sumenep
Station : 1+600 (Left)
Jenis Material : Timbunan Tanah Pilihan
Dikerjakan : M. Reza

No. Contoh : 9-1
Kedalaman : 1.00-1.50m
Tanggal Uji : 14-May-16

CBR LAPANGAN

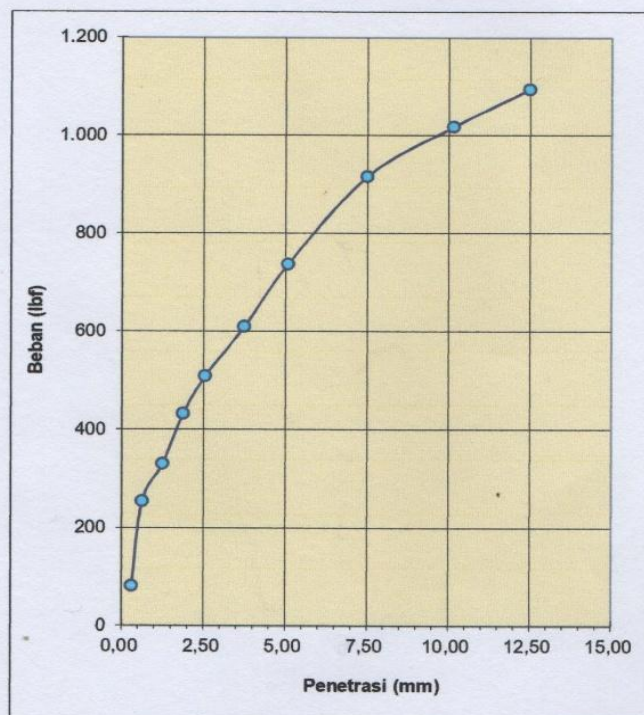
Beban - Penetrasi

Penetrasi (mm)	Bacaan (div.)	Beban (lbf)
0,31	1,60	81,47
0,62	5,00	254,59
1,25	6,50	330,96
1,87	8,50	432,80
2,54	10,00	509,17
3,75	12,00	611,01
5,08	14,50	738,30
7,50	18,00	916,51
10,16	20,00	1.018,35
12,50	21,50	1.094,72

Kalibrasi : 50,9174 lbf

Penetrasi	2.5 mm	5.0 mm
Nilai CBR	16,97	16,41

Catatan:



BANDAR UDARA KELAS III TRUNOJOYO	KONSULTAN SUPERVISI PT. BENNATIN SURYA CIPTA	KONTRAKTOR PELAKSANA PT. BUMI DUTA PERSADA PT. DUA PUTRI KEDATON- KSO

TABEL 2. PDRB SERI 2010 ATAS DASAR HARGA KONSTAN MENURUT LAPANGAN USAHA (JUTA RUPIAH)

Propinsi : Jawa Timur

Kabupaten : Sumenep

Kategori	Uraian	2011 ^a	2012 ^a	2013 ^a	2014 ^a	2015 ^a
(1)	(2)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	6.041.032,3	6.308.814,1	6.681.011,0	6.886.802,5	7.184.416,1
	1 Pertanian, Peternakan, Perburuan dan Jasa Perta	3.785.582,1	3.947.744,7	4.038.959,5	4.163.630,5	4.270.839,1
	a. Tanaman Pangan	1.648.349,1	1.725.788,3	1.782.974,1	1.836.396,3	1.894.396,1
	b. Tanaman Hortikultura Semusim	27.616,8	28.722,9	27.178,0	27.990,8	29.187,9
	c. Perkebunan Semusim	141.284,7	161.222,4	167.728,0	184.918,7	185.468,2
	d. Tanaman Hortikultura Tahunan dan Lainnya	103.991,6	107.928,2	110.141,7	112.927,2	118.340,8
	e. Perkebunan Tahunan	632.529,2	663.105,0	671.394,7	911.094,7	940.564,7
	f. Peternakan	977.086,7	1.003.575,3	1.019.467,8	1.027.484,4	1.038.327,1
	g. Jasa Pertanian dan Perburuan	54.723,9	57.402,5	60.075,1	62.818,4	64.554,4
	2 Kehutanan dan Penebangan Kayu	38.291,4	49.654,3	54.601,4	54.844,7	56.793,6
	3 Perikanan	2.217.158,8	2.311.415,1	2.587.450,2	2.668.327,3	2.856.783,5
B	Pertambangan dan Penggalian	3.946.458,6	4.743.721,0	6.364.221,7	6.878.207,4	6.378.318,1
	1 Pertambangan Minyak, Gas dan Panas Bumi	3.480.245,7	4.261.147,8	5.869.309,1	6.370.248,5	5.856.366,4
	2 Pertambangan Batubara dan Lignit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3 Pertambangan Bijih Logam	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4 Pertambangan dan Penggalian Lainnya	466.212,9	482.573,2	494.912,6	507.958,9	521.951,7
C	Industri Pengolahan	817.408,4	864.678,7	929.100,8	992.177,8	1.058.778,8
	1 Industri Batubara dan Pengilangan Migas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	a. Industri Batu Bara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	b. Industri Pengilangan Migas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2 Industri Makanan dan Minuman	377.483,2	409.796,4	446.486,0	488.070,6	536.884,8
	3 Pengolahan Tembakau	72.731,5	78.745,4	88.319,3	99.116,5	106.302,0
	4 Industri Tekstil dan Pakaian Jadi	8.569,9	8.793,2	9.283,0	9.408,8	9.609,5
	5 Industri Kulit, Barang dari Kulit dan Alas Kaki	664,3	672,9	714,3	765,9	812,4
	6 Industri Kayu, Barang dari Kayu dan Gabus dan Ba	154.943,4	155.567,1	164.353,9	168.190,0	171.386,5
	7 Industri Kertas dan Barang dari Kertas, Percetakan	6.590,6	6.639,7	6.696,1	6.737,2	6.926,0
	8 Industri Kimia, Farmasi dan Obat Tradisional	1.526,0	1.540,5	1.659,5	1.701,4	1.781,8
	9 Industri Karet, Barang dari Karet dan Plastik	1.179,5	1.217,2	1.247,0	1.274,7	1.303,4
	10 Industri Barang Galian bukan Logam	30.335,7	30.936,6	32.350,9	32.753,7	33.162,3
	11 Industri Logam Dasar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	12 Industri Barang dari Logam, Komputer, Barang Ele	36.300,0	39.044,7	41.228,4	42.271,2	43.884,4
	13 Industri Mesin dan Perlengkapan YTDL	99,9	101,4	101,8	104,8	106,5
	14 Industri Alat Angkutan	6.722,3	6.933,2	7.137,9	7.430,0	7.678,4
	15 Industri Furnitur	92.414,5	96.503,1	101.195,6	104.931,2	109.145,3
	16 Industri pengolahan lainnya, jasa reparasi dan pen	27.647,7	28.187,2	28.327,0	29.421,9	29.795,5
D	Pengadaan Listrik dan Gas	5.969,6	6.411,0	6.596,3	6.773,4	6.840,6
	1 Ketenagalistrikan	3.927,4	4.325,4	4.456,3	4.564,5	4.512,0
	2 Pengadaan Gas dan Produksi Es	2.042,2	2.085,6	2.140,0	2.208,9	2.328,7
E	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	8.385,6	8.915,3	9.491,4	9.751,7	9.969,9
F	Konstruksi	1.049.850,1	1.130.155,3	1.196.922,5	1.274.044,4	1.313.578,8
G	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan	1.701.867,0	1.887.152,2	2.076.737,2	2.227.801,7	2.376.422,5
	1 Perdagangan Mobil, Sepeda Motor dan Reparasi	372.908,3	404.075,1	439.003,6	469.979,9	479.228,3
	2 Perdagangan Besar dan Eceran, Bukan Mobil dan	1.328.958,7	1.483.077,1	1.637.733,6	1.757.821,9	1.897.194,3
H	Transportasi dan Pergudangan	159.210,7	167.776,9	183.281,6	200.864,2	219.174,8
	1 Angkutan Rel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2 Angkutan Darat	81.158,2	85.257,8	93.093,4	102.544,0	112.187,1
	3 Angkutan Laut	60.727,9	64.267,4	70.681,8	77.444,9	84.733,7
	4 Angkutan Sungai, Danau dan Penyeberangan	8.039,5	8.311,7	8.596,8	8.833,2	9.094,0
	5 Angkutan Udara	0,0	0,0	0,0	0,0	167,0
	6 Pergudangan dan Jasa Penunjang Angkutan, Pos	9.285,1	9.940,0	10.909,7	12.042,0	12.993,0
I	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	99.643,2	107.973,5	117.623,7	129.091,6	141.450,6
	1 Penyediaan Akomodasi	12.665,9	13.761,4	15.346,8	17.450,4	18.895,0

ATR -600 SERIES

ATR 72-600

UNMATCHED LEADERSHIP



TECHNOLOGY

The ATR -600 Series takes advantage of the latest innovations in the cockpit technology with simplified, integrated LCD advanced functions, enhancing safety, improved handling for pilots, in addition to maintenance cost savings and weight reduction.

COMFORT

New technological innovations are being incorporated in the ATR-600 Series to enhance further the feeling of space, comfort and the pleasure of flying. The ATR 72-600 benefits from the widest cabin in the turboprop market, with the new Armonia cabin, new ergonomic design for greater comfort, new seats and wider overhead bins with 30% more roller bags stowage.

RELIABILITY

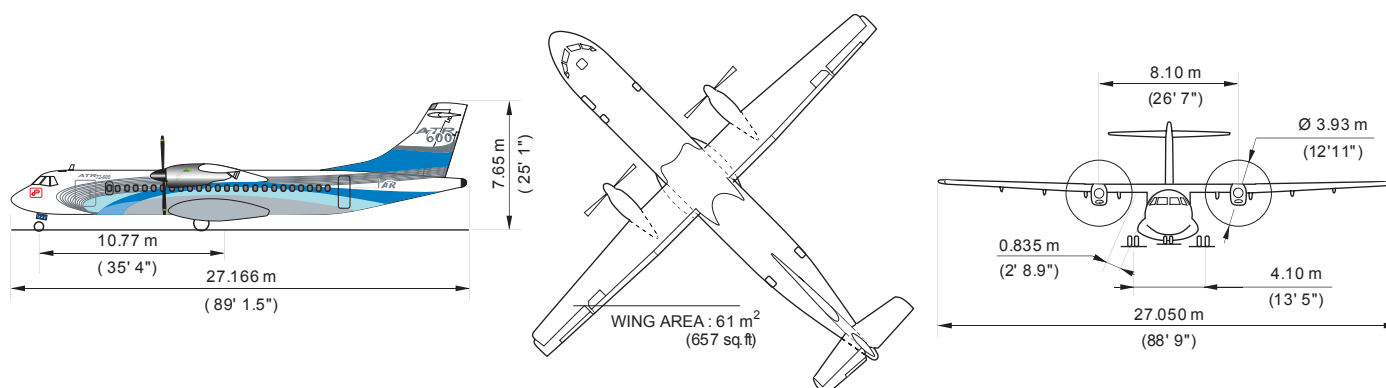
Fitted with PW 127M engines, the ATR 72-600 features enhanced performance on «hot and high» conditions with the "boost" option. In addition, with the take-off at « reserve take-off torque » option, the aircraft can increase take-off weight and payload up to 1,000 Kg (2,000 lbs) on challenging airports with very short runways. The ATR 72-600 is the lowest seat per mile cost aircraft on the 70 seat segment, thanks to significantly lower fuel and maintenance costs compared to its competitors.

PROPELLING TOMORROW'S WORLD



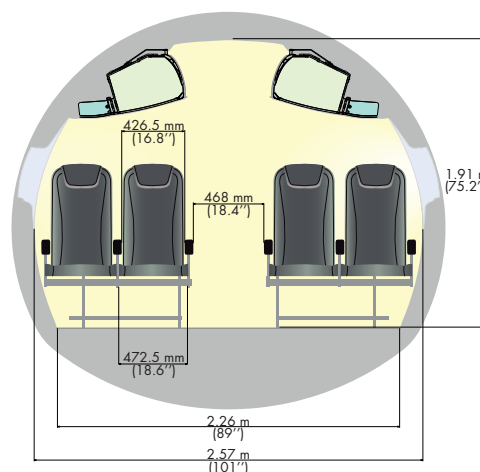
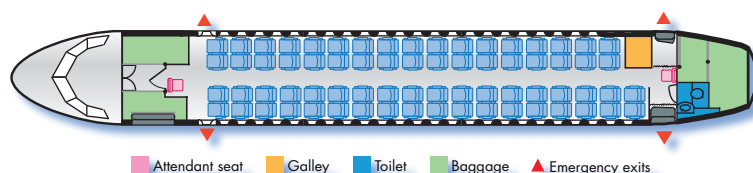
ATR 72-600

UNMATCHED LEADERSHIP



STANDARD CONFIGURATION

70 seats at 30" pitch



ENGINES

Take-off power	2,475 SHP
Take-off power - One engine	2,750 SHP
Max continuous	2,500 SHP
Max climb	2,192 SHP
Max cruise	2,132 SHP

PROPELLERS

Hamilton Standard	568F
Blades: 6; Diameter: 3.93 m - 12.9 ft	

WEIGHTS

Max take-off weight (basic)	22,800 kg - 50,265 lb
Max take-off weight (option)	23,000 kg - 50,705 lb
Max landing weight (basic)	22,350 kg - 49,272 lb
Max zero fuel weight (basic)	20,800 kg - 45,855 lb
Max zero fuel weight (option)	21,000 kg - 46,296 lb
Operational empty weight (Tech. Spec.)	13,311 kg - 29,346 lb
Operational empty weight (Typical in-service)	13,500 kg - 29,762 lb
Max payload (at typical in-service OEW)	7,500 kg - 16,534 lb
Max fuel load	5,000 kg - 11,023 lb

NB: en-route performance computed assuming Max Optional TOW, Typical in-service OEW, 70 PAX@95 Kg, JAR fuel reserves, taxi time allowance: 4 min.

AIRFIELD PERFORMANCE

TAKE-OFF DISTANCE:

• Basic (MTOW - ISA - SL)	1,333 m - 4,373 ft
• Option (MTOW - ISA - SL)	1,367 m - 4,485 ft
• At TOW for 300 Nm - Max pax - SL - ISA	1,175 m - 3,855 ft
• At TOW for 300 Nm - Max pax - 3,000 ft - ISA +10	1,410 m - 4,626 ft

TAKE-OFF SPEED (V2 min @ MTOW)	116 KCAS
--------------------------------	----------

LANDING FIELD LENGTH (JAR25)

• Basic (MLW - SL)	914 m - 2,999 ft
• At LW (max pax + reserves) - SL	863 m - 2,832 ft
• Reference speed at landing	113 KIAS

EN-ROUTE PERFORMANCE

Optimum climb speed	170 KCAS
Rate of climb (ISA, SL, MTOW)	1,355 ft/min
Max Cruise speed (95% MTOW - ISA - Optimum FL)	275 KTAS - 510 km/h
Fuel flow at cruise speed	762 kg/h - 1,680 lb/h
Range with max pax (70 seats)	825 Nm
200 Nm Block Fuel	618 kg - 1,363 lb
CO2 Emission	1,947 kg - 4,292 lb
200 Nm Block Time	55.6 min
300 Nm Block Fuel	859 kg - 1,894 lb
CO2 Emission	2,706 kg - 5,966 lb
300 Nm Block Time	78.0 min

ATR DC/E Marketing June 2014

The information contained in this document is presented in good faith and does not in any way constitute an offer or a warranty.

Avions de Transport Régional - 1, allée Pierre Nadot - 31712 Blagnac Cedex - France - Phone +33 (0)5 62 21 62 21
www.atraircraft.com

Photo credit: ATR - Pierre Barthe. Printed by: Imprimerie Pascal Communication

© ATR. All rights reserved. Confidential and proprietary document.

This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the written consent of ATR. This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied.

ATR, its logo, the distinctive ATR aircraft profiles and patented information relating to the ATR aircraft are the exclusive property of ATR and are

subject to copyright. This document and all information contained herein are the sole property of ATR. No intellectual property right is granted through, or induced by, the delivery of this document or the disclosure of its content.

The statements made herein do not constitute an offer or a representation. They are based on the mentioned assumptions and are expressed in good faith.



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA
UNIT PENYELENGGARA BANDAR UDARA KELAS III
TRUNOJOYO - SUMENEP

Jl. Raya Bandar Udara Trunojoyo No. 1
Sumenep Jawa Timur

Telp. 0328. 669956
Fax. 0328. 666023

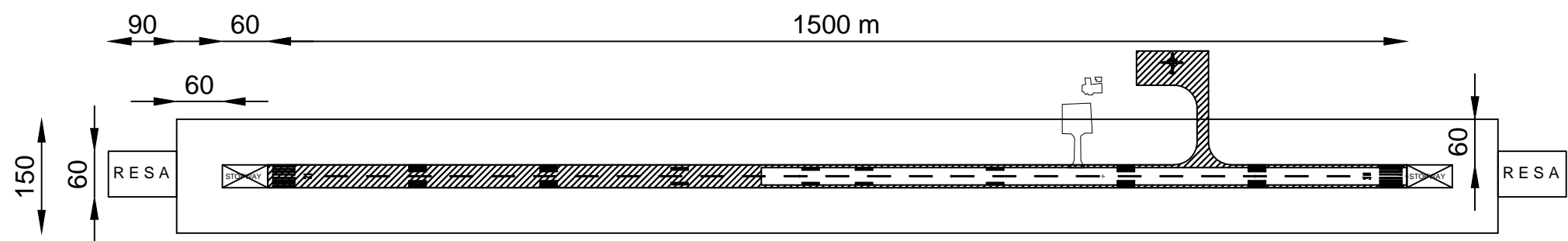
TIPE PESAWAT : TWIN OTTER
AIRFAST

LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA MENURUT BANDARA ASAL/TUJUAN
BANDARA TRUNOJOYO TAHUN 2016

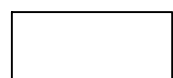
No	Bulan	Bandara Asal dan Tujuan	Pesawat Terbang	
			Berangkat	Datang
1	Januari	Sumenep - Surabaya	-	-
2	Februari	Sumenep - Surabaya	12	-
3	Maret	Sumenep - Surabaya	70	-
4	April	Sumenep - Surabaya	71	-
5	Mei	Sumenep - Surabaya	55	-
6	Juni	Sumenep - Surabaya	64	-
7	Juli	Sumenep - Surabaya	30	-
8	Agustus	Sumenep - Surabaya	31	-
9	September	Sumenep - Surabaya	31	-
10	Oktober	Sumenep - Surabaya	35	-
11	November	Sumenep - Surabaya	11	-
12	Desember	Sumenep - Surabaya	27	-
TOTAL JUMLAH			437	



"Tingkatkan Keselamatan dan Keamanan Pengguna Jasa Transportasi"



KETERANGAN



= Eksisting



= Perencanaan



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

**LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO**

CATATAN

SKALA GAMBAR

1 : 7500

HALAMAN GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

01



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

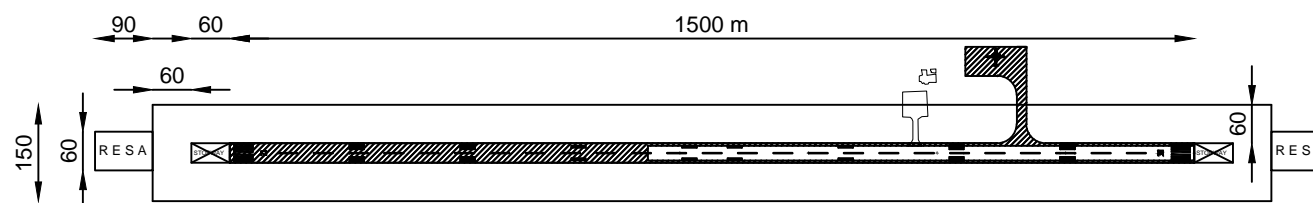
1 : 7500

HALAMAN GAMBAR

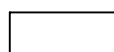
JUMLAH GAMBAR

01

20



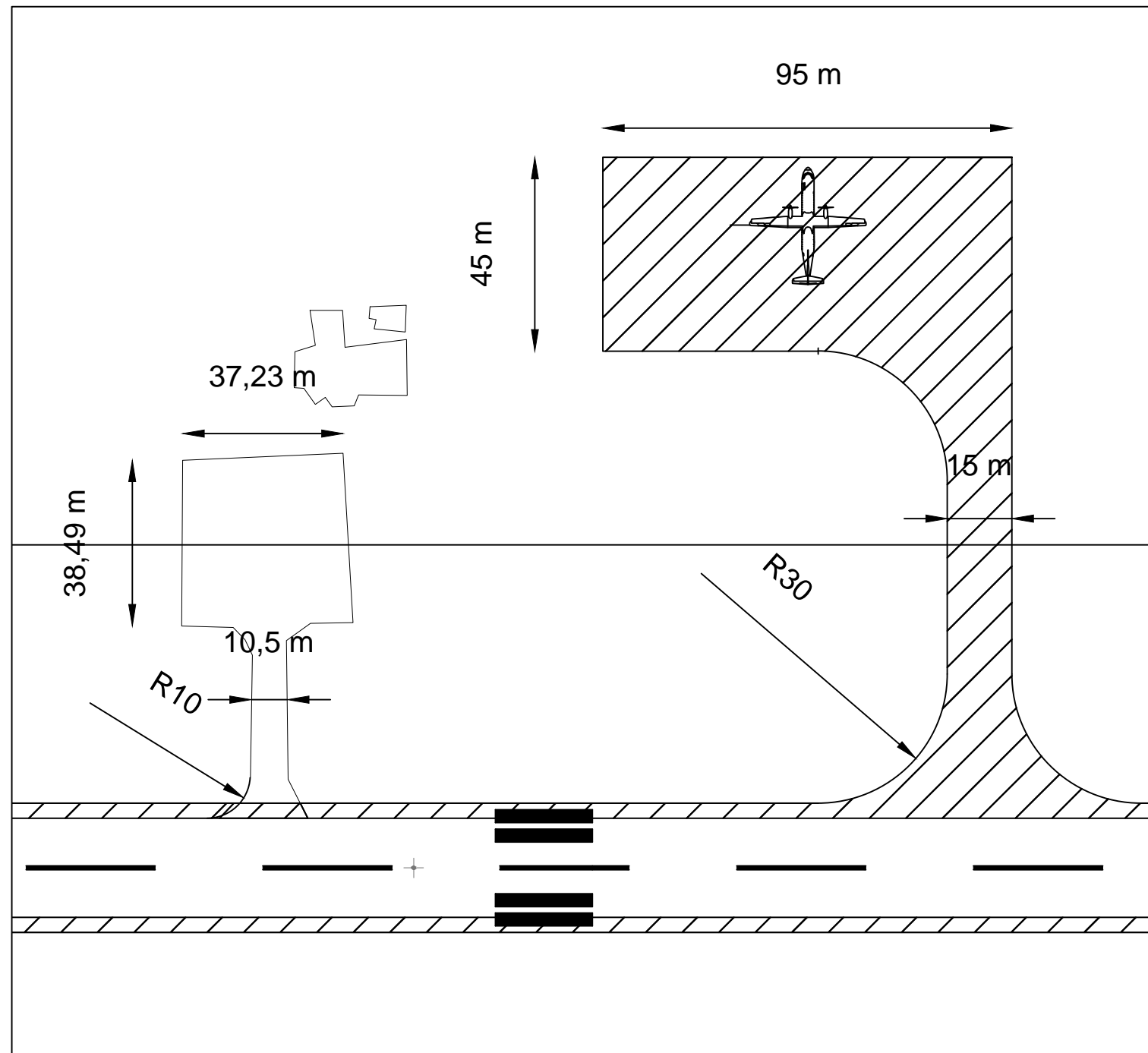
KETERANGAN



= Eksisting



= Perencanaan



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

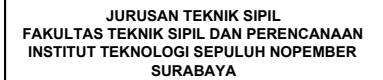
1 : 7500

HALAMAN GAMBAR

Jumlah Gambar

02

20



JUDUL TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

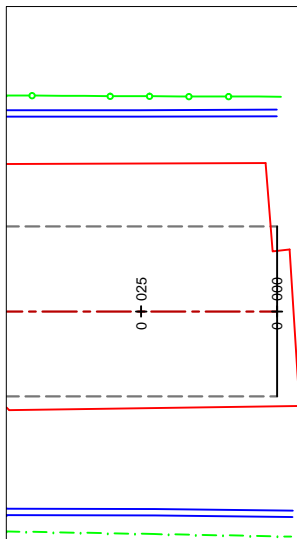
1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

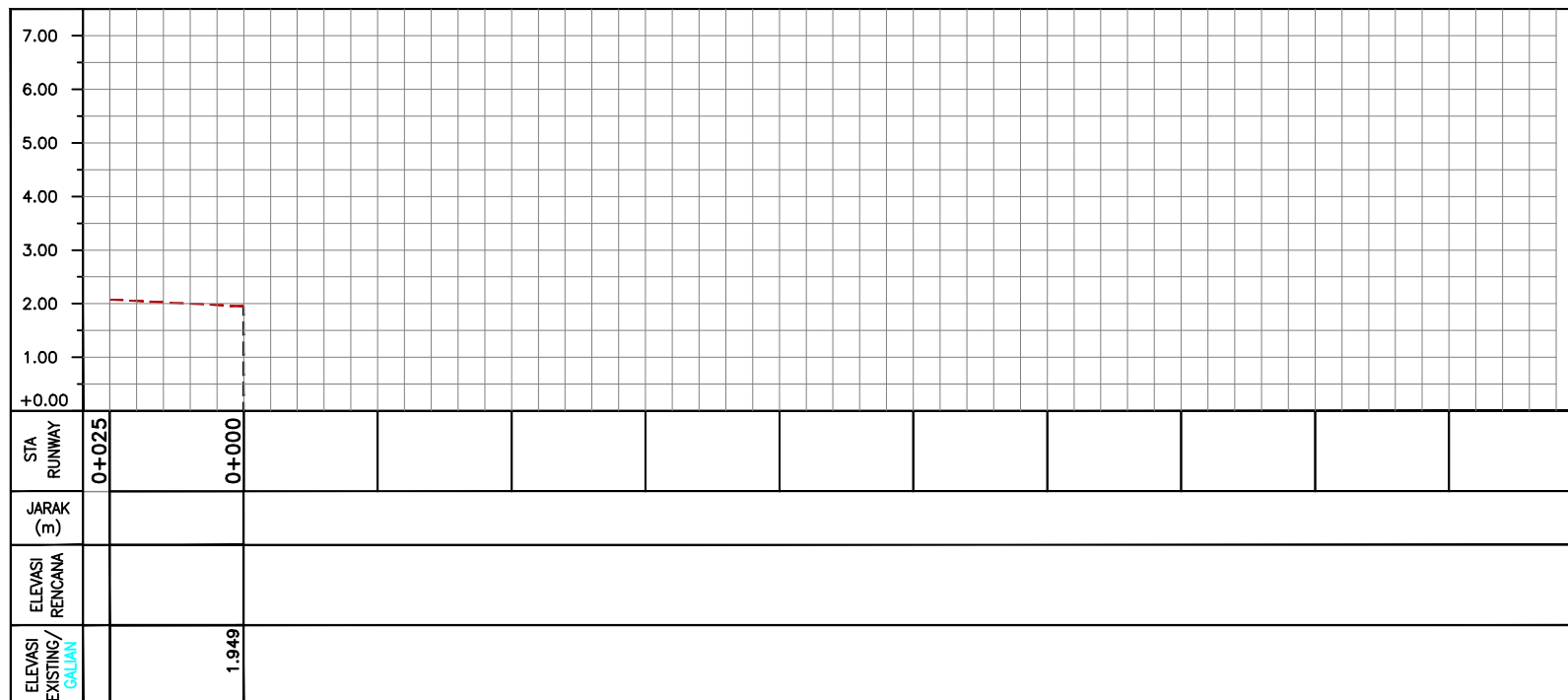
Jumlah Gambar

03

20



LAYOUT
SKALA 1:1000 (RUNWAY)





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

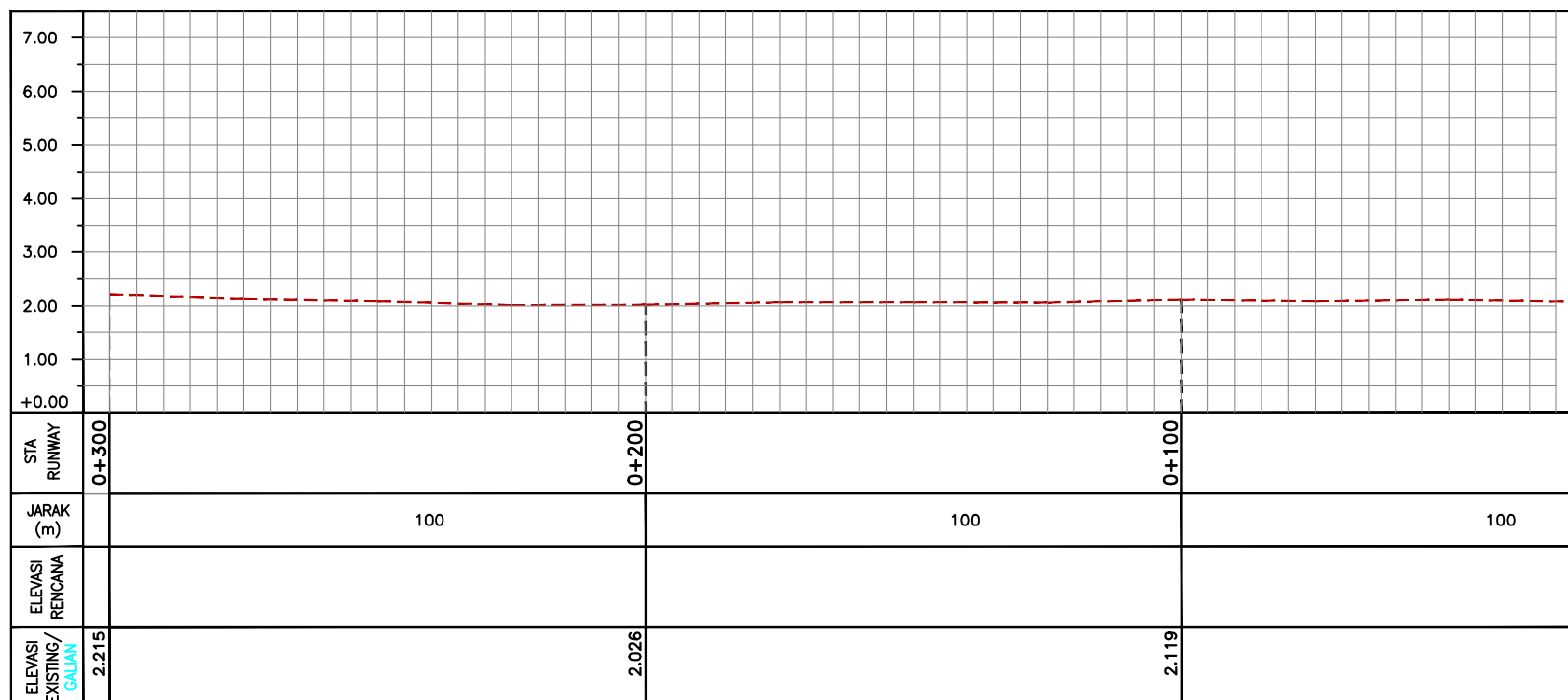
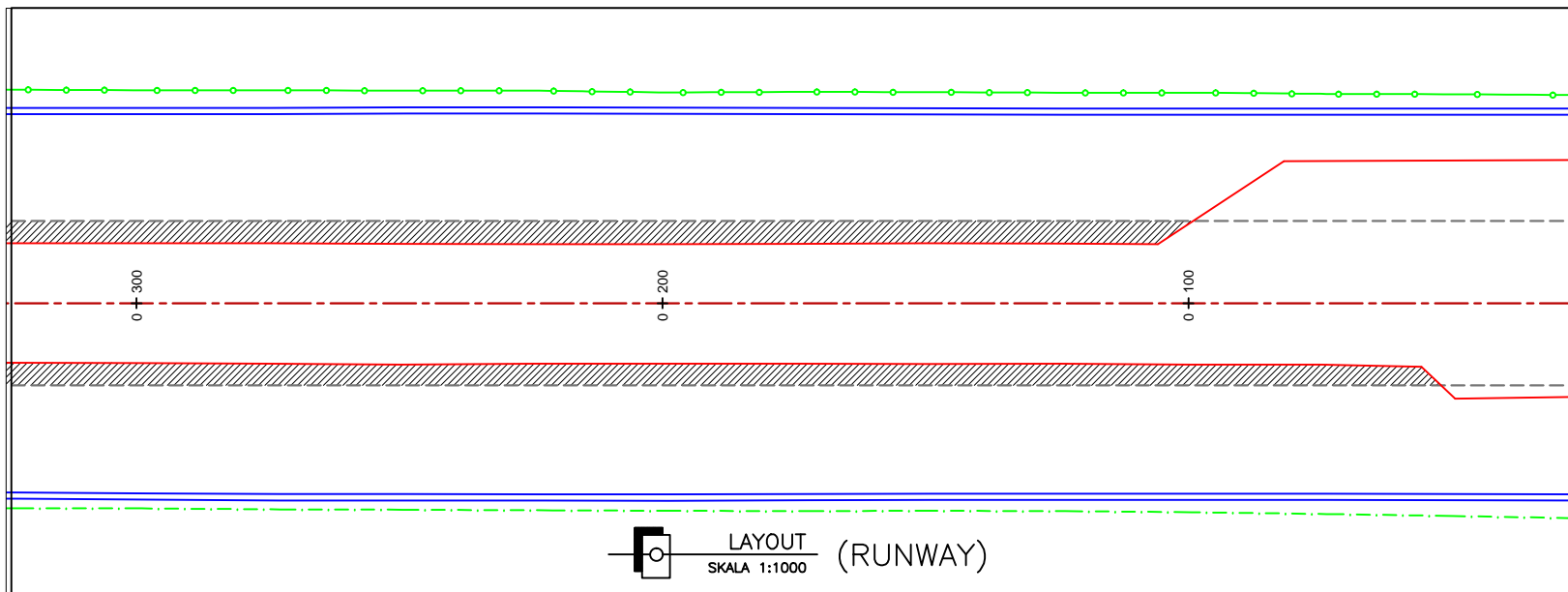
1 : 1000

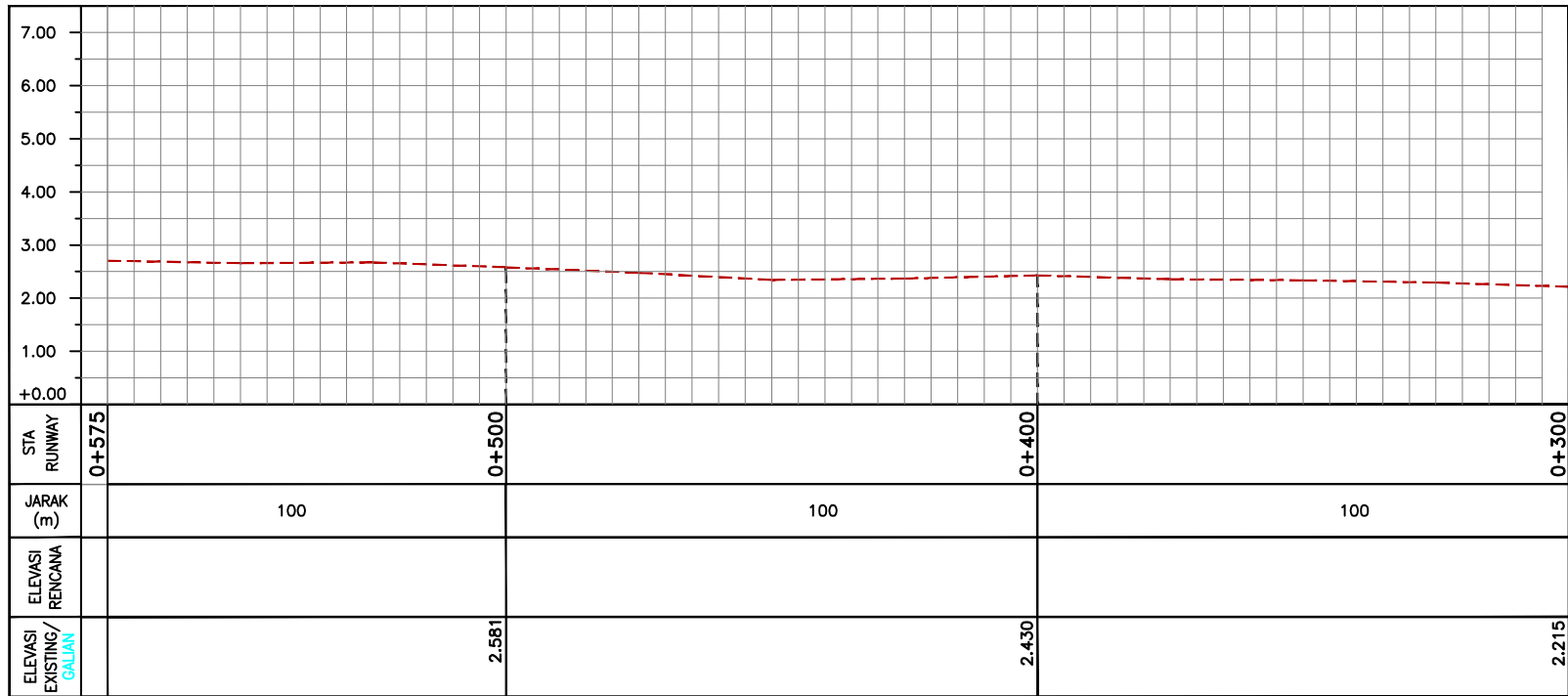
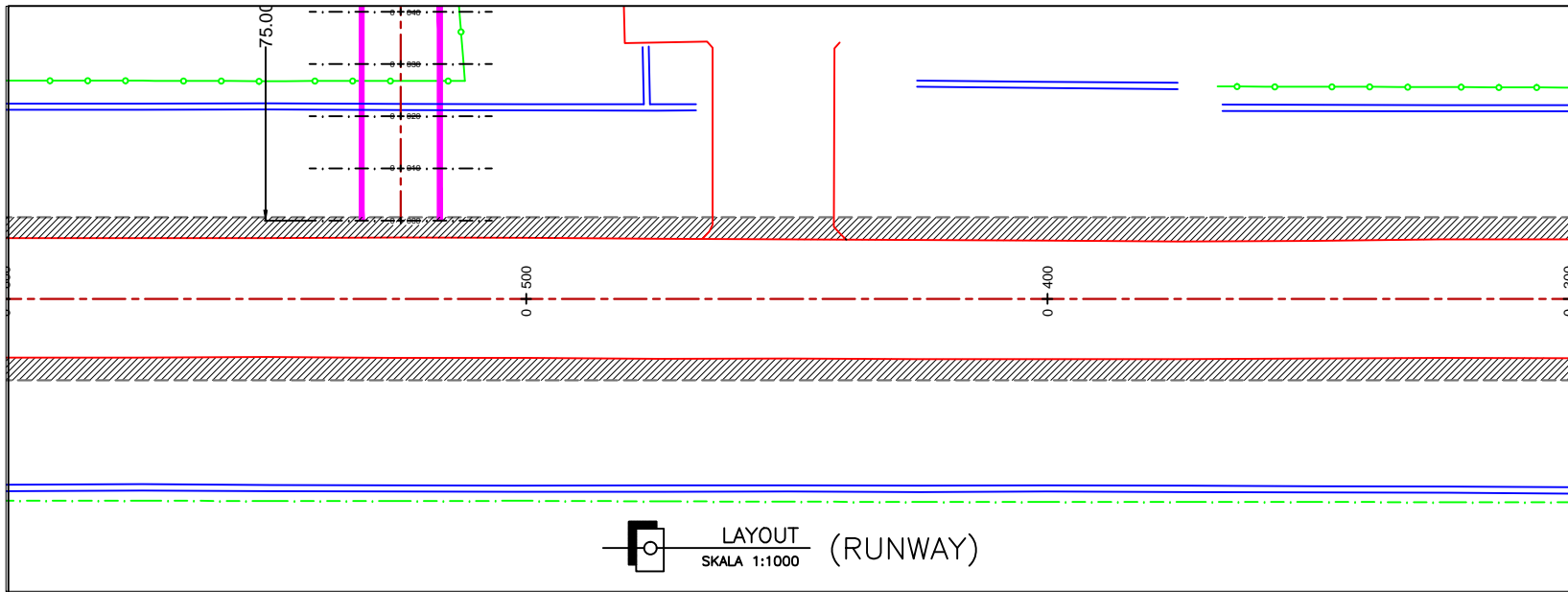
HALAMAN GAMBAR

04

JUMLAH GAMBAR

20





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

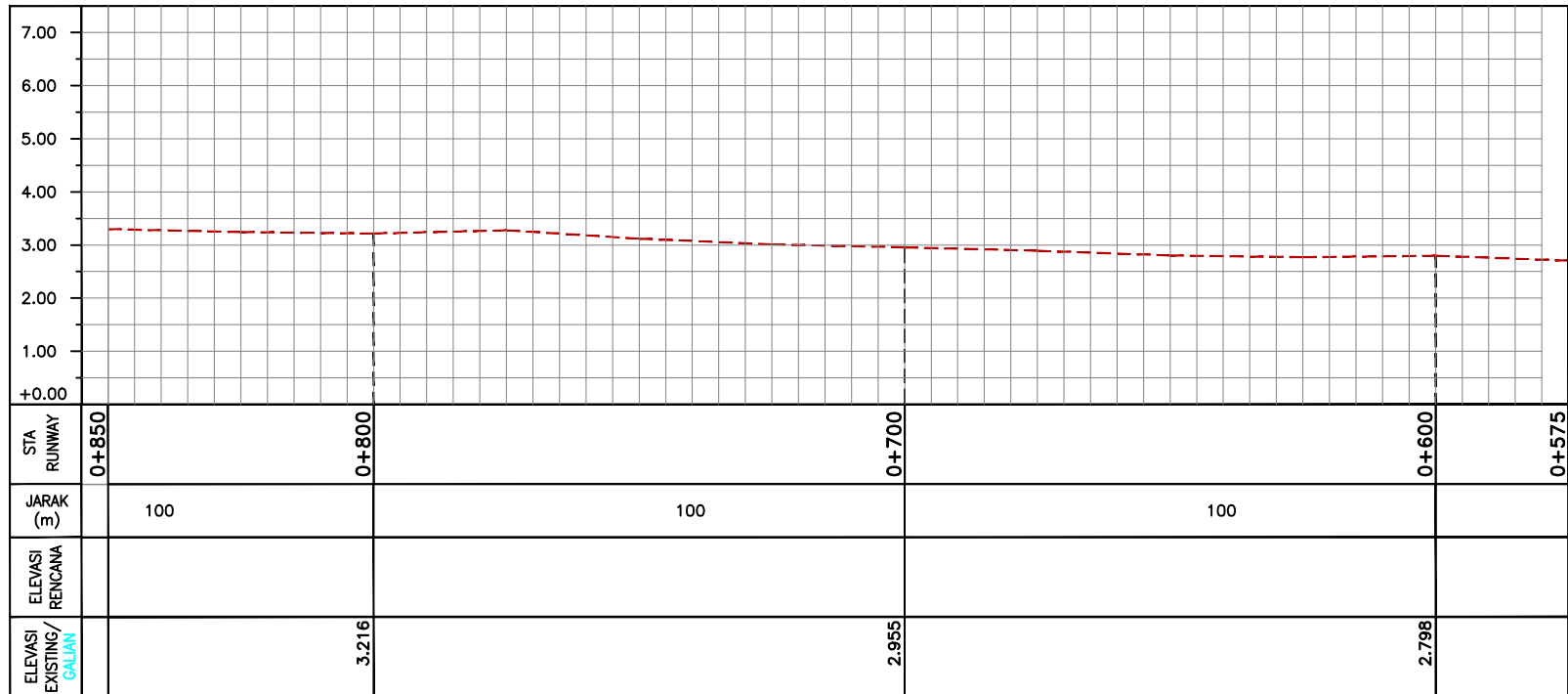
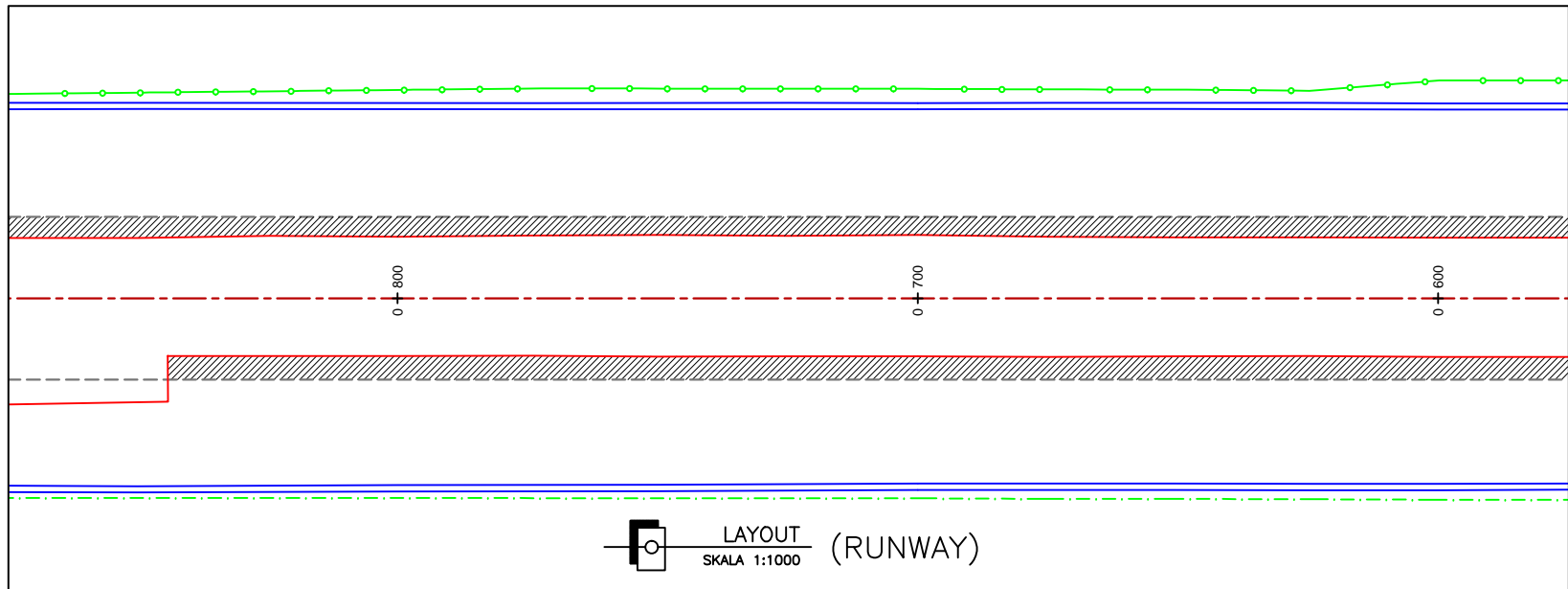
1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

05

20



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

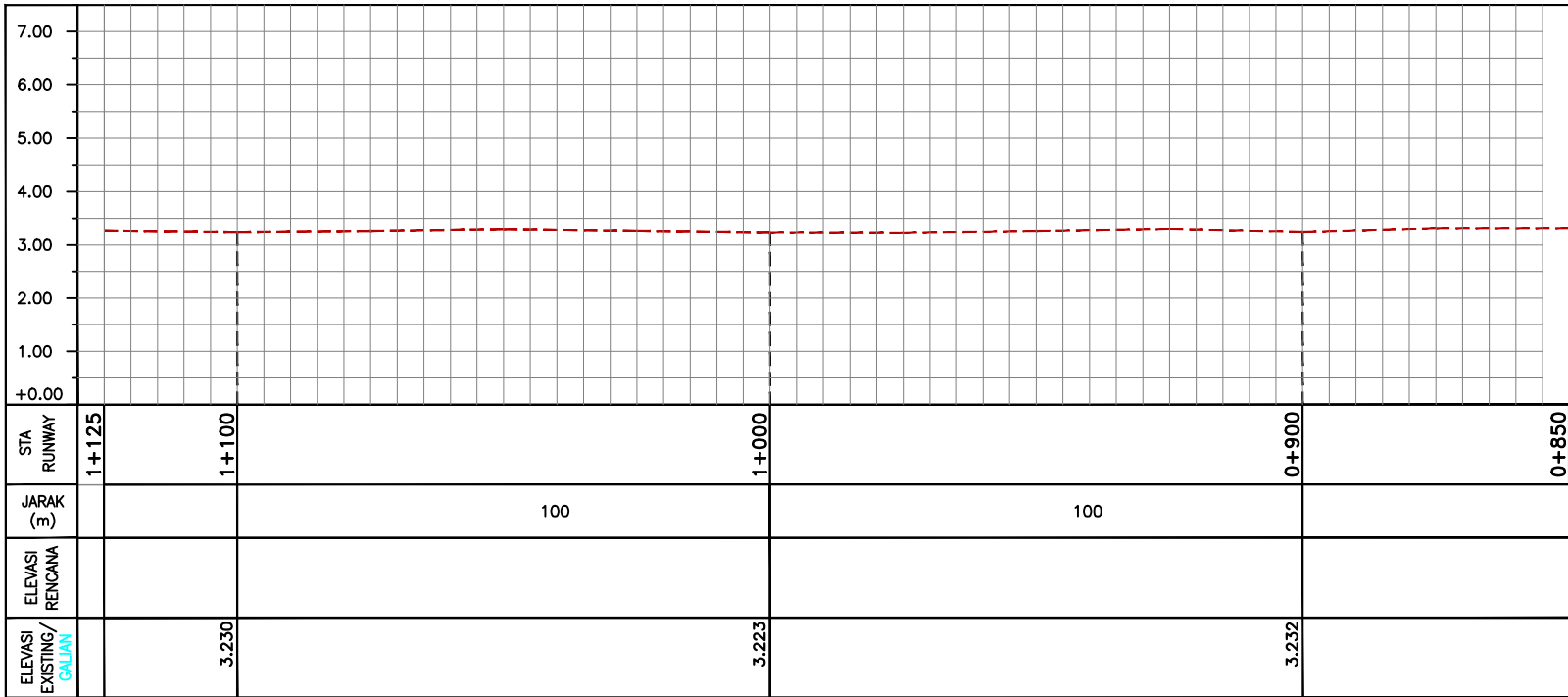
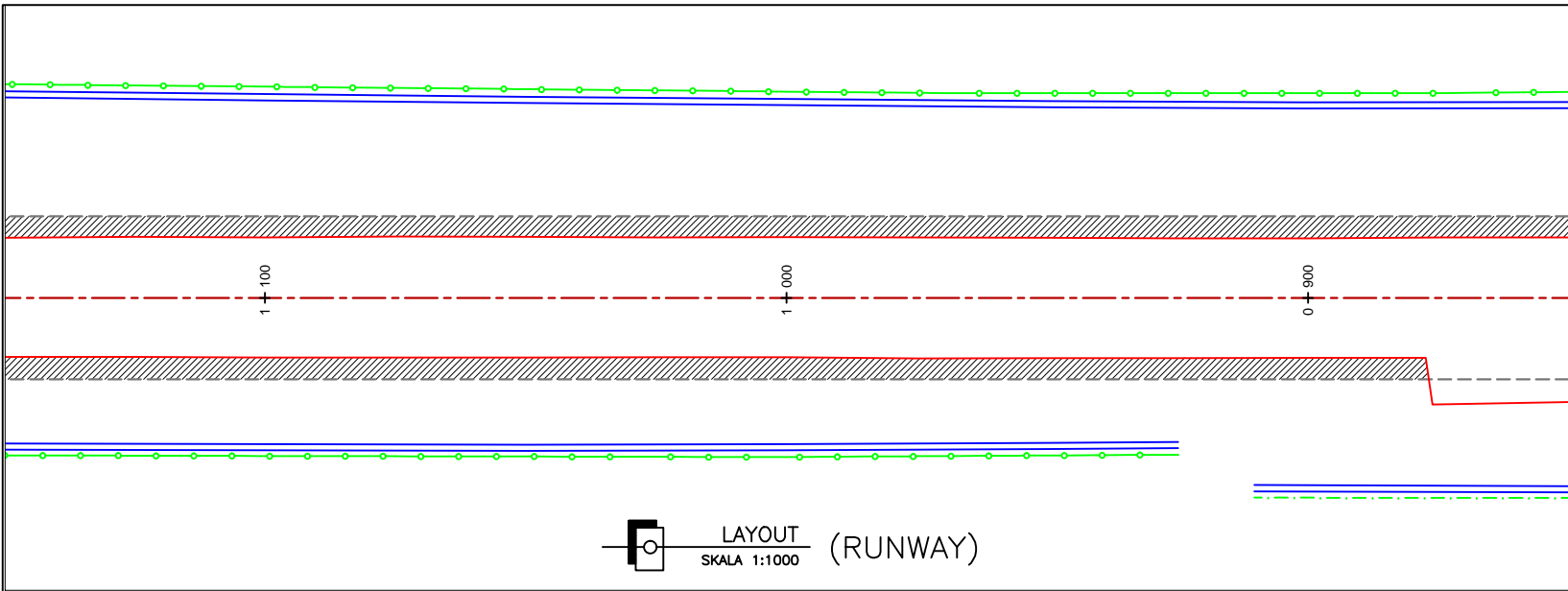
1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

06

20



TEBAL GALIAN



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

07

20



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

1 : 1000

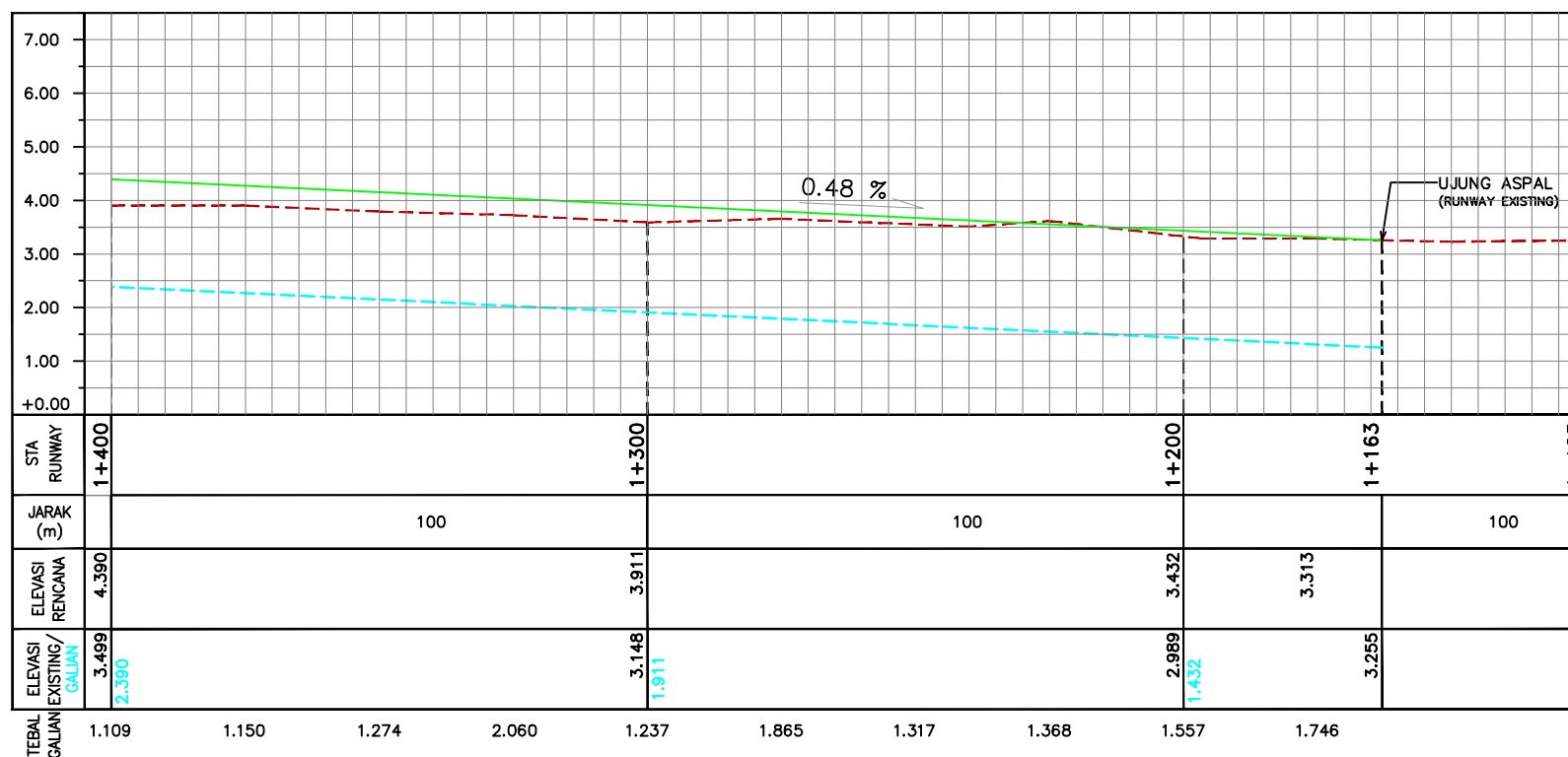
HALAMAN GAMBAR

08

JUMLAH GAMBAR

20

LAYOUT
SKALA 1:1000 (RUNWAY)





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDARA UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

1 : 1000

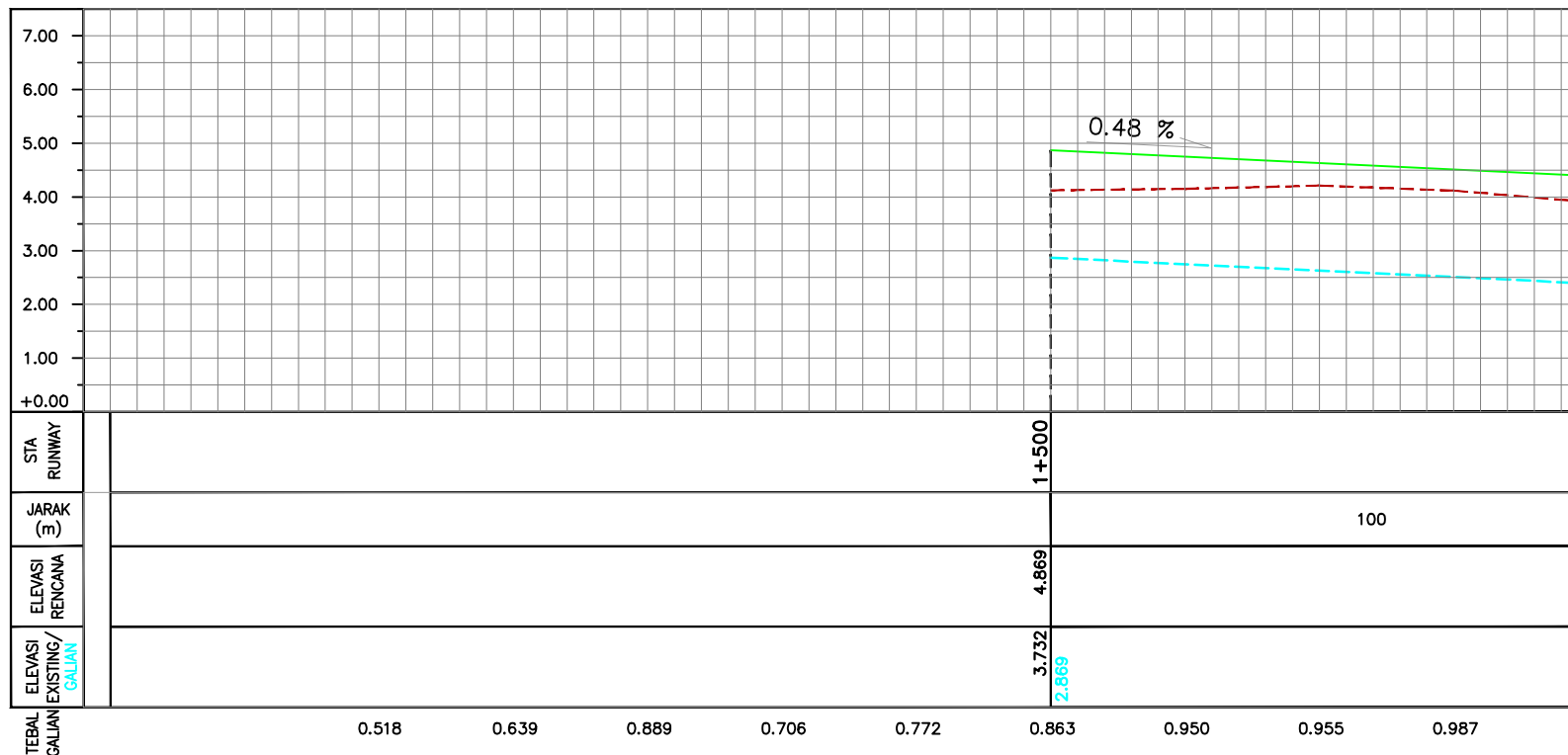
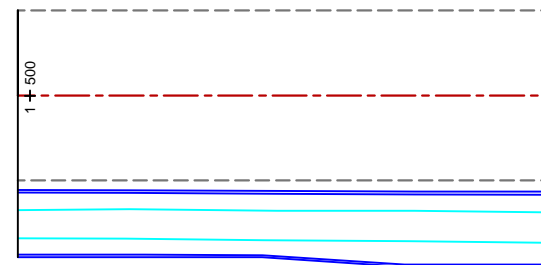
HALAMAN GAMBAR

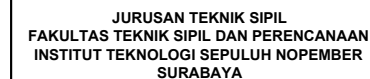
09

JUMLAH GAMBAR

20

LAYOUT (RUNWAY)
SKALA 1:1000





**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

BARRY NUFA
3115 105 047

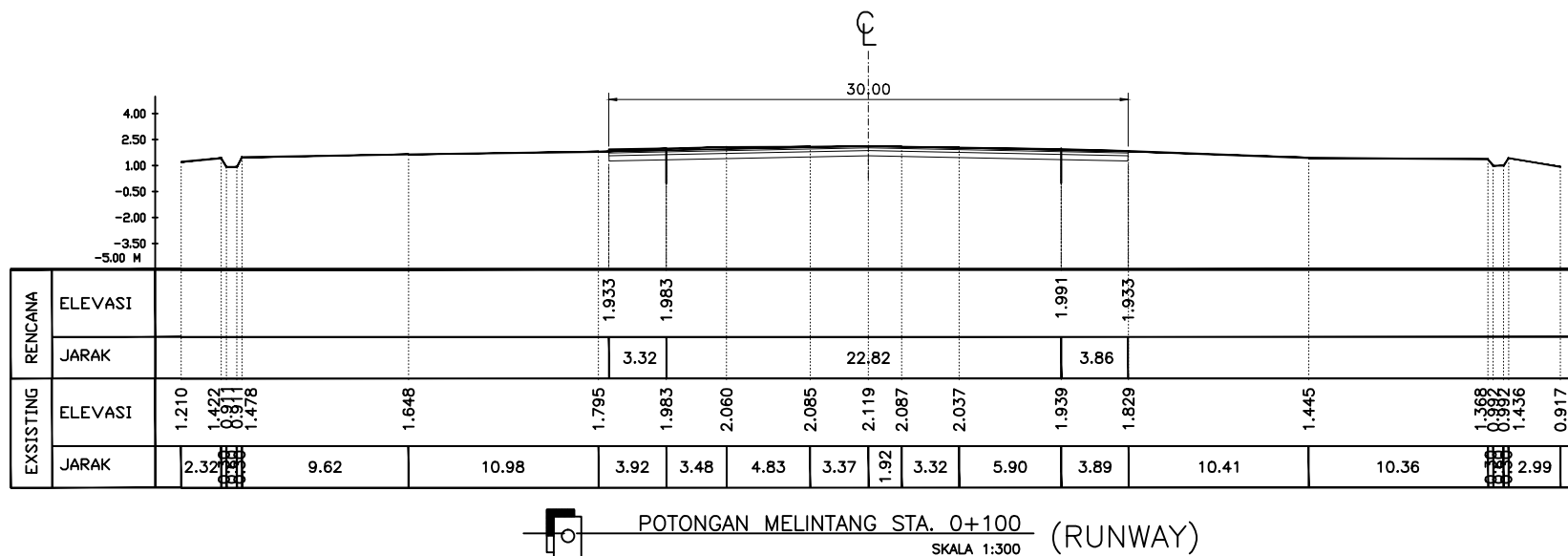
LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA BANDARA TRUNOJOYO

1 : 1000

Jumlah Gambar

10

20





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

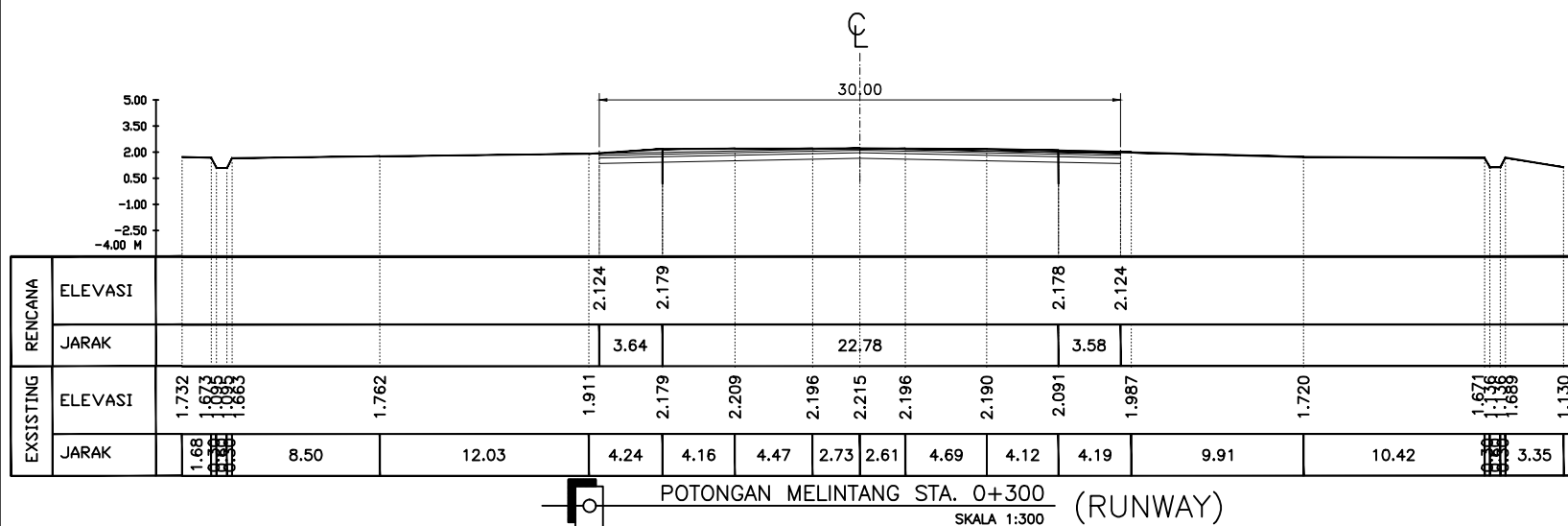
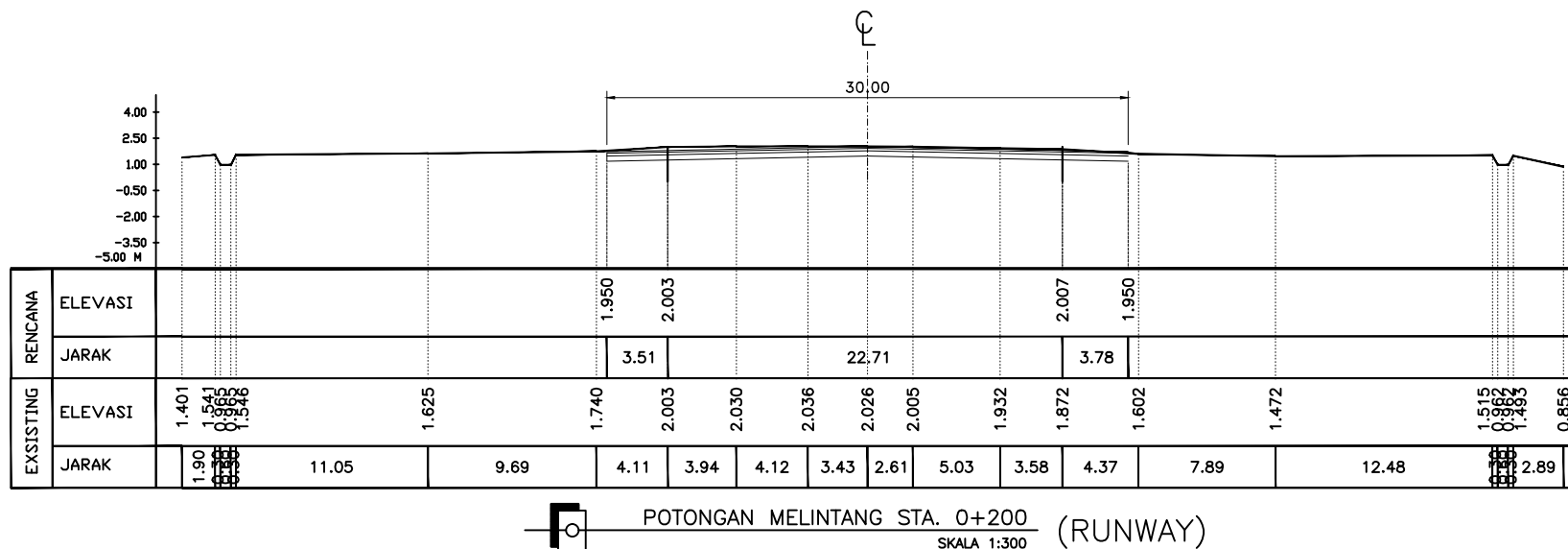
1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

11

JUMLAH GAMBAR

20





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

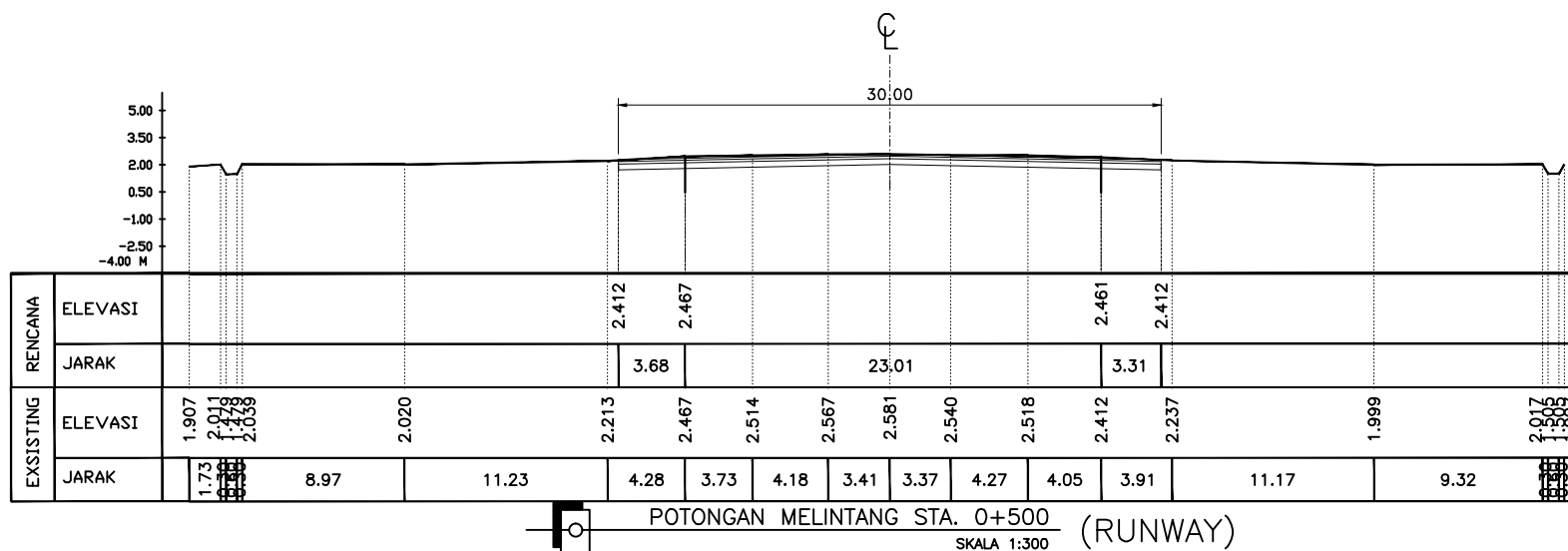
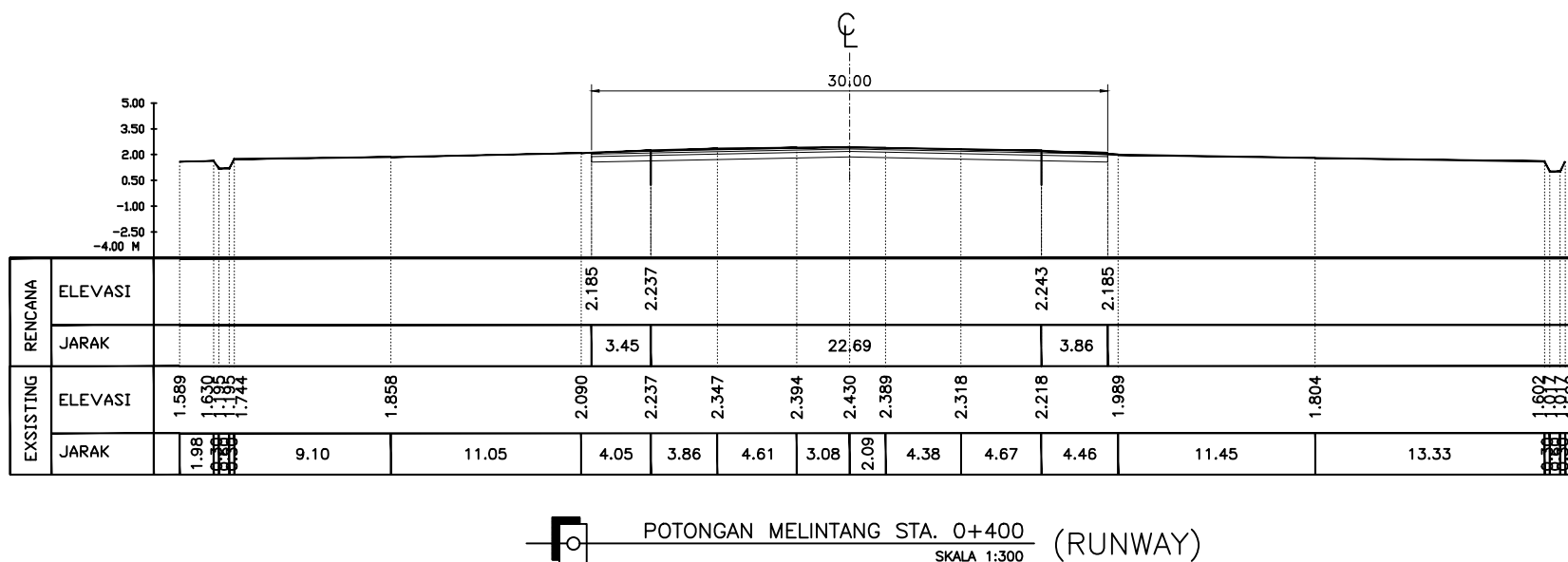
1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

12

JUMLAH GAMBAR

20





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

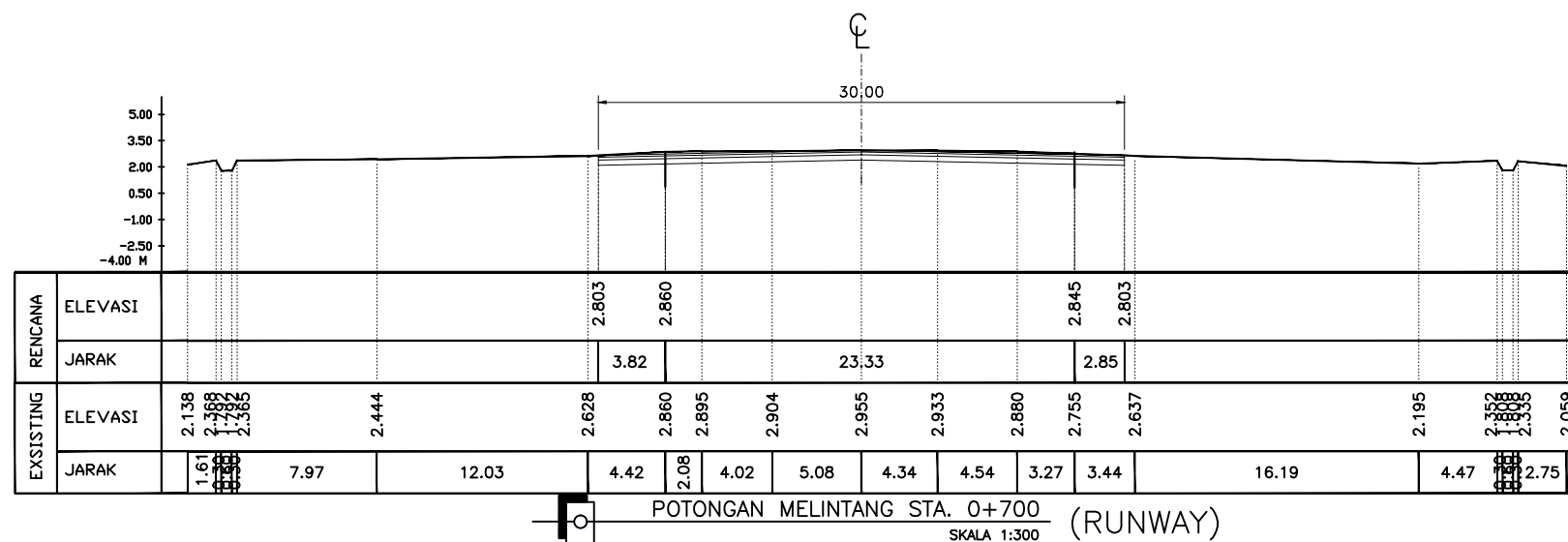
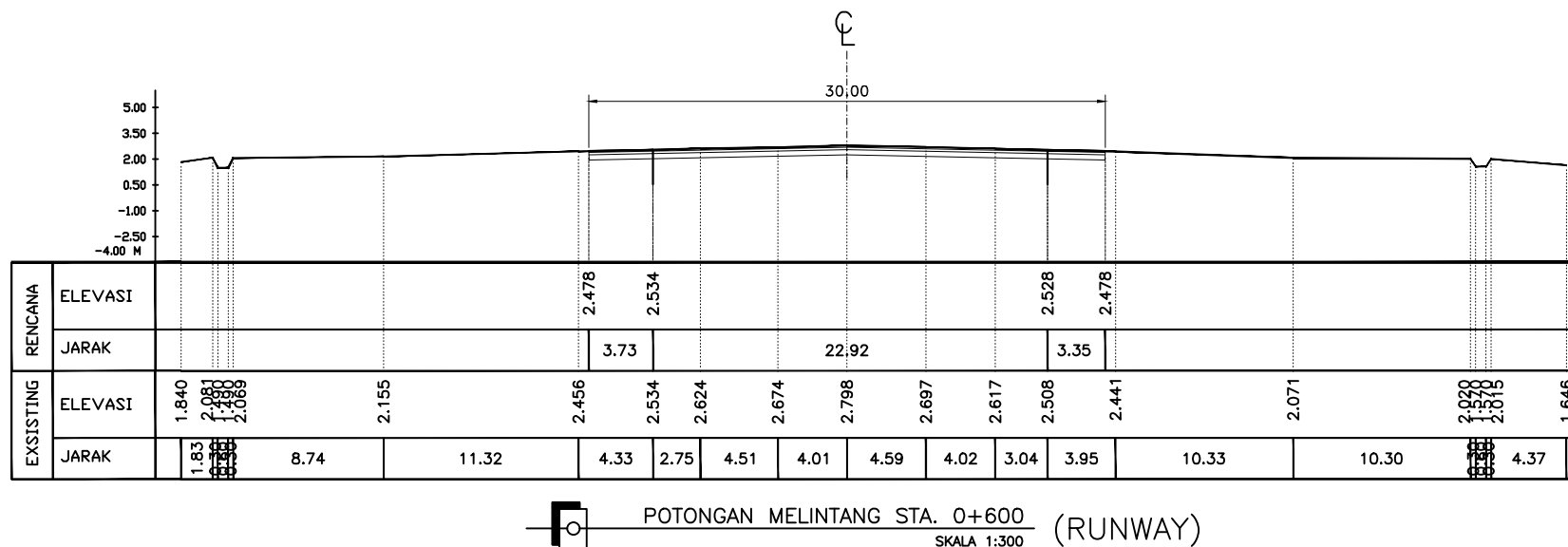
1 : 1000

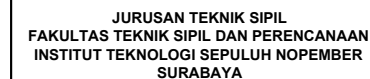
HALAMAN GAMBAR

13

JUMLAH GAMBAR

20





**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

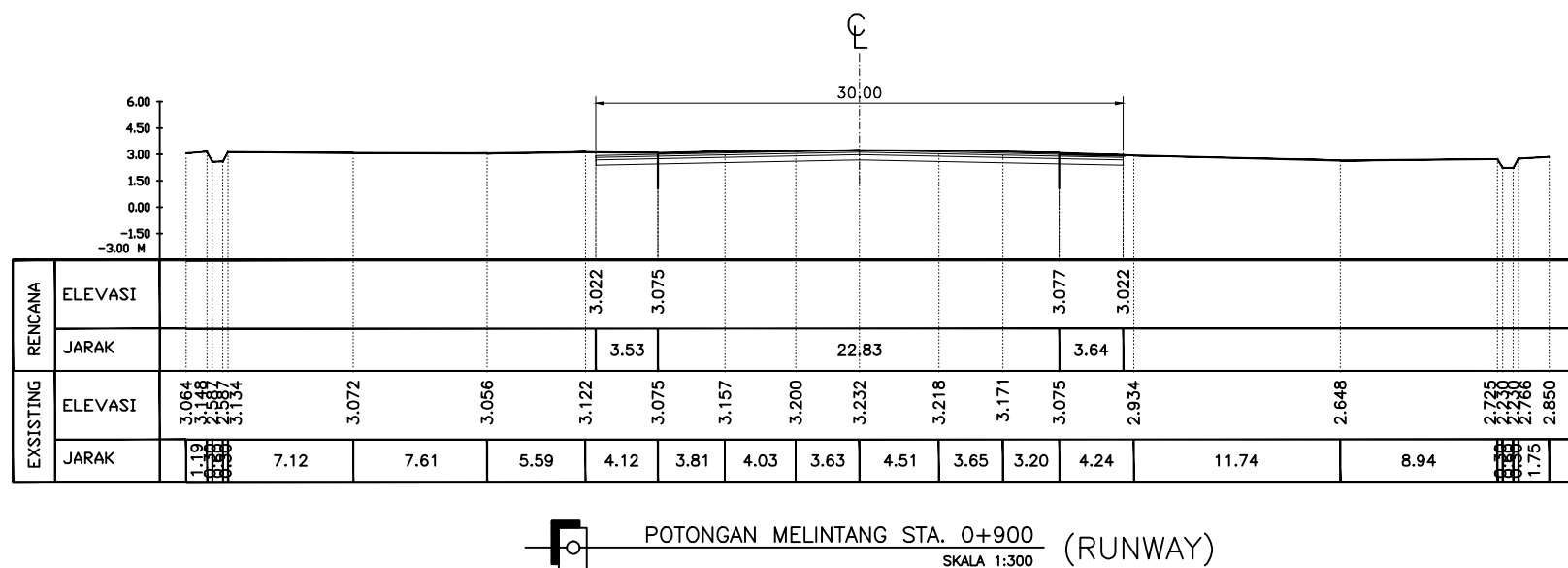
BARRY NUFA
3115 105 047

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA BANDARA TRUNOJOYO

1 : 1000

Jumlah Gambar

20





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

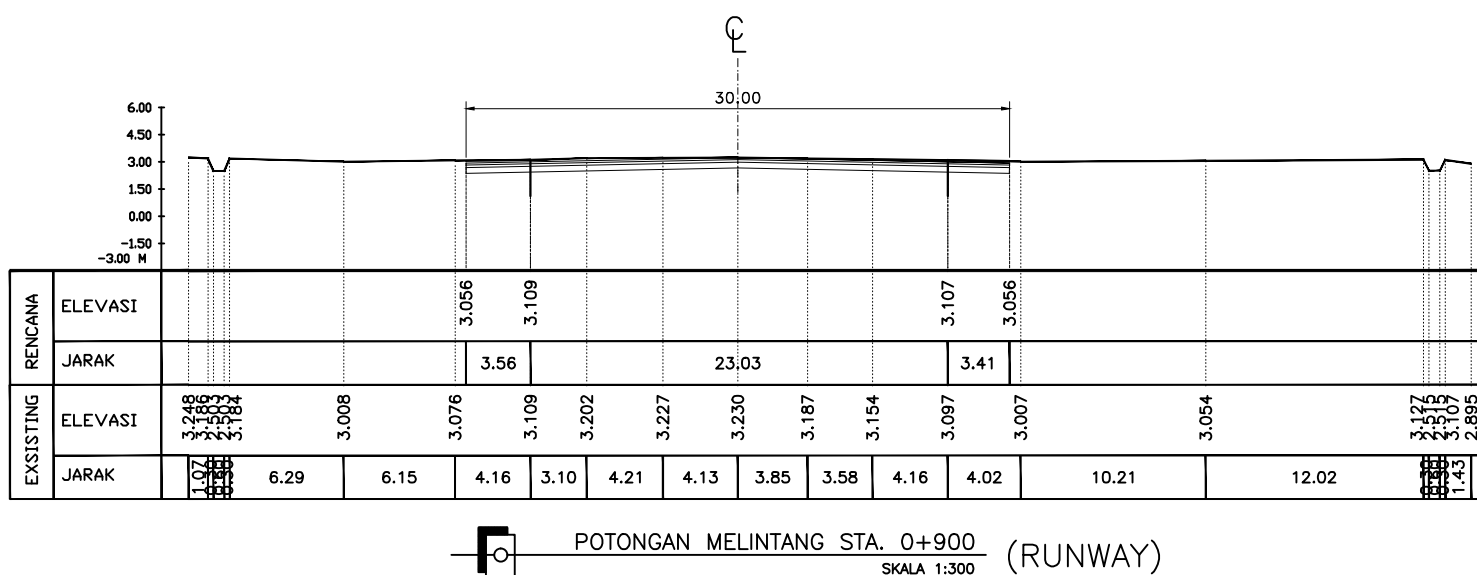
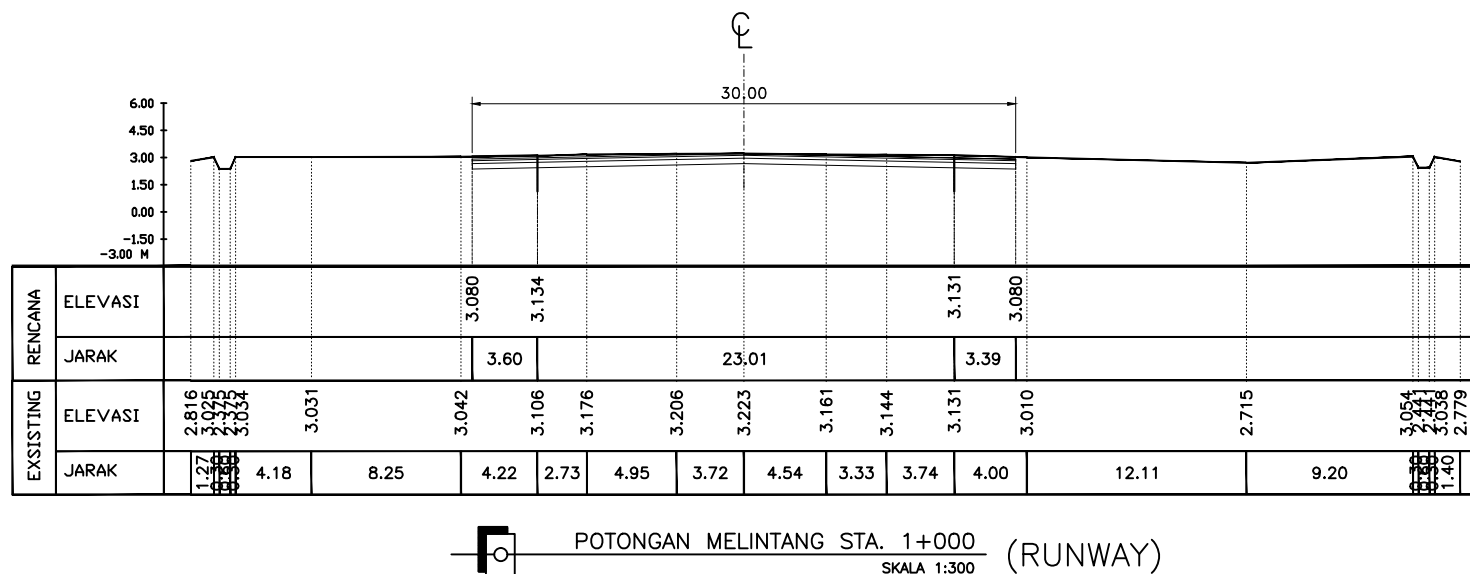
1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

15

JUMLAH GAMBAR

20





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

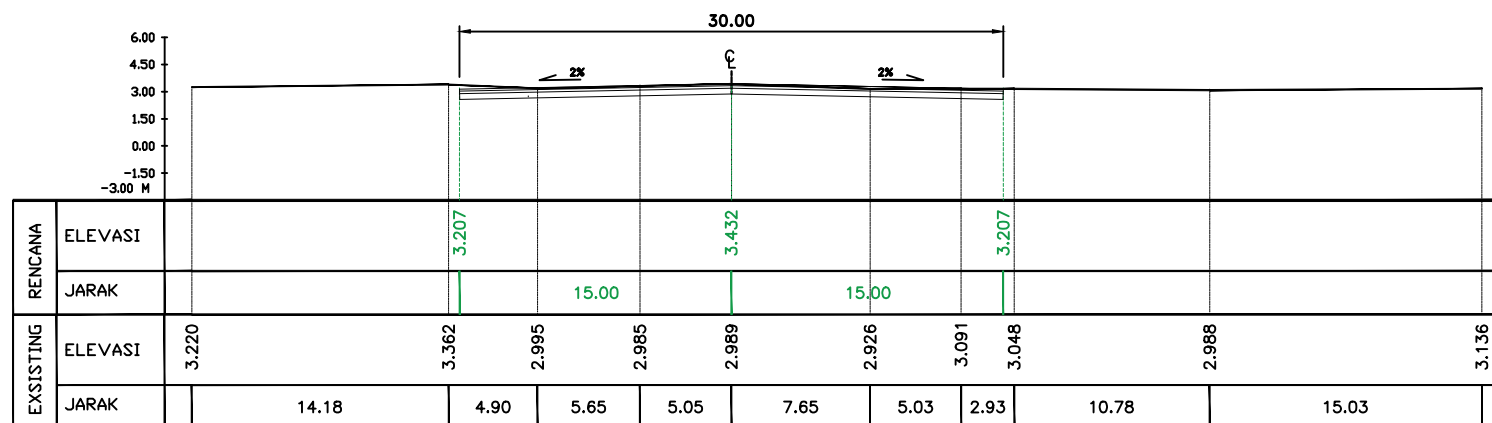
1 : 1000

HALAMAN GAMBAR

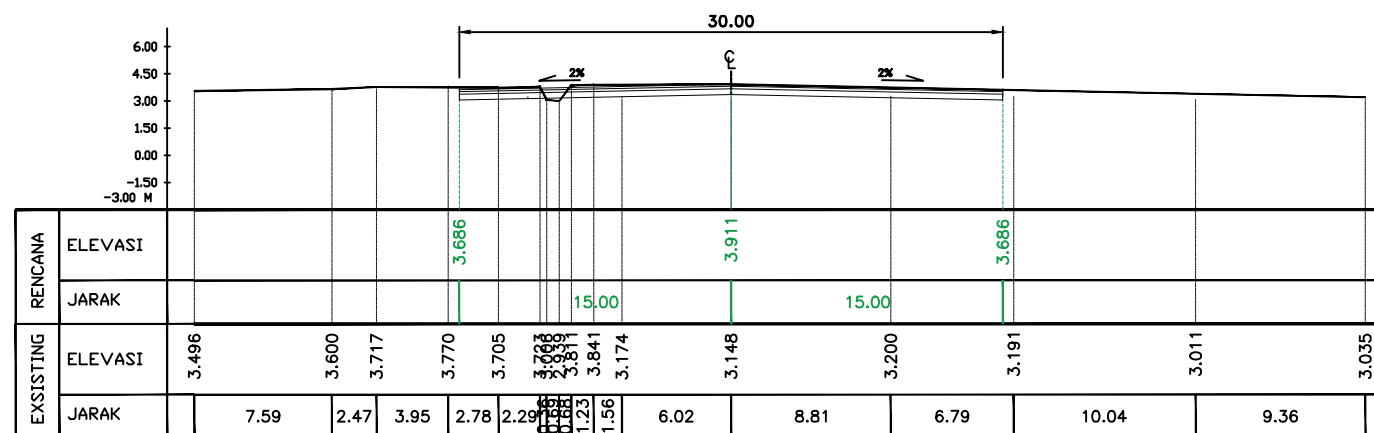
JUMLAH GAMBAR

16

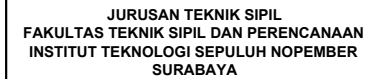
20



POTONGAN MELINTANG STA. 1+200 (RUNWAY)
SKALA 1:300



POTONGAN MELINTANG STA. 1+300 (RUNWAY)
SKALA 1:300



**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

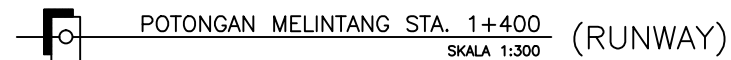
BARRY NUFA
3115 105 047

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA BANDARA TRUNOJOYO

1 : 1000

Jumlah Gambar

20





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN SISI UDARA
BANDARA TRUNOJOYO

CATATAN

SKALA GAMBAR

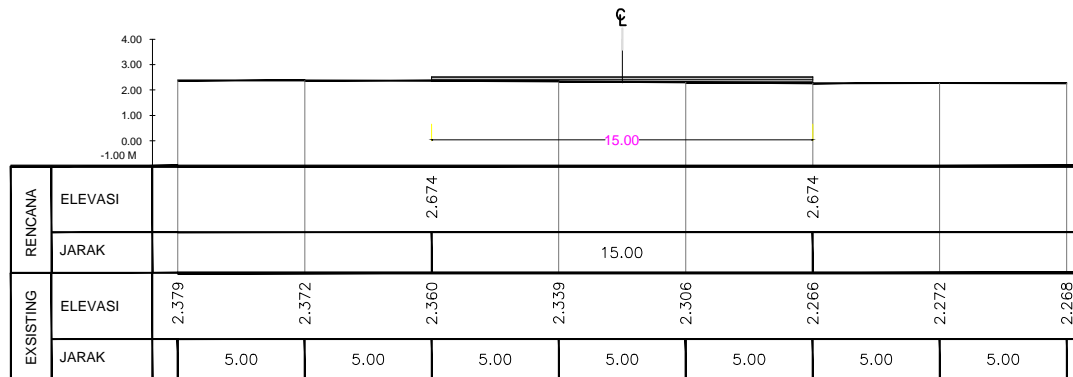
1 : 200
1 : 500

JUDUL GAMBAR

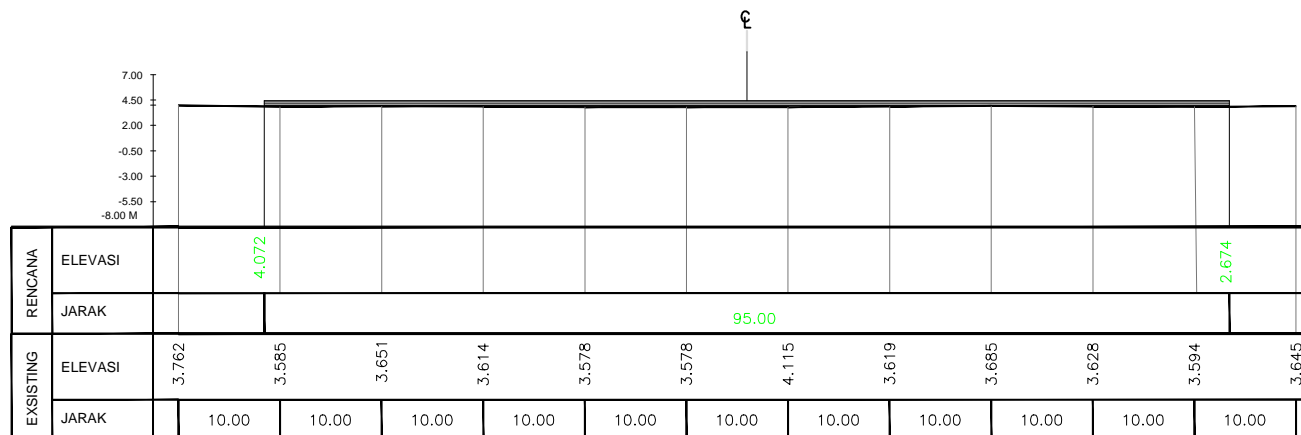
JUMLAH GAMBAR

18

20



POTONGAN MELINTANG (TAXI WAY)
SKALA 1:200



POTONGAN MELINTANG STA. 0+010 (APRON)
SKALA 1:500



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERENCANAAN PERKERASAN
KAKU APRON

CATATAN

SKALA GAMBAR

1 : 500

HALAMAN GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

19

20

95 m

Detail A

4,5 m

45 m

4,5 m



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEOMETRIK
DAN PERKERASAN
BANDAR UDARA TRUNOJOYO
SUMENEP**

DOSEN PEMBIMBING

ISTIAR, S.T., M.T
197711052012121001

NAMA MAHASISWA

BARRY NUFA
3115 105 047

JUDUL GAMBAR

DETAIL A

CATATAN

SKALA GAMBAR

1 : 200

HALAMAN GAMBAR

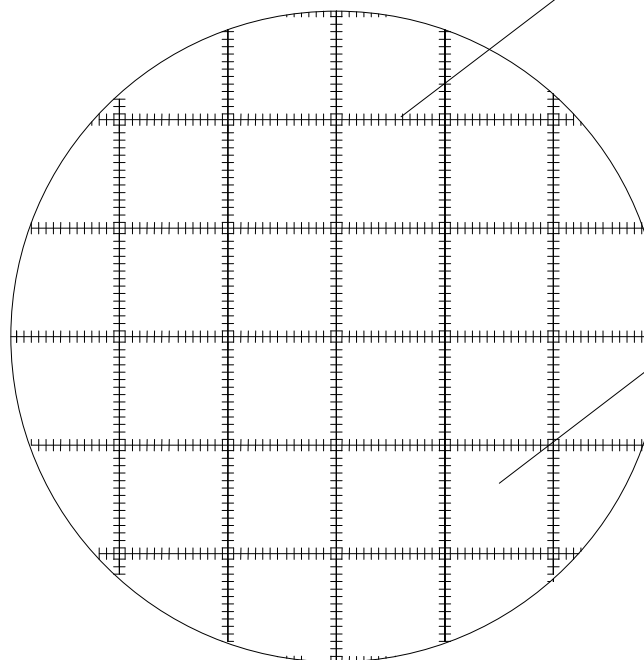
JUMLAH GAMBAR

20

20

Dowel Ø1" - 305mm

segmen
4,5 m x 4,5 m





Barry Nufa adalah nama penulis tugas akhir ini. Penulis lahir dari orang tua dari M. Erfan dan Nurhayati sebagai anak ke empat dari empat bersaudara. Penulis dilahirkan di Sumenep, 10 Mei 1994. Sebelumnya penulis pernah mengenyam pendidikan di TK Suryalaya, SDN Bangselok I Sumenep. SMP Negeri 1 Sumenep dan SMA Negeri 1 Sumenep. Setelah menyelesaikan studinya di SMA Negeri 1 Sumenep, Penulis

melanjutkan pendidikan pada Tahun 2012 di Diploma III Teknik Sipil ITS dengan NRP 3112030082 yang ditempuh selama 3 tahun dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2015, Penulis melanjutkan studi ke jenjang sarjana di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS dengan NRP 3115 105 047. Di Jurusan Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi transportasi sebagai tugas akhir.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan. Untuk menghubungi penulis terkait tugas akhir ini dapat menghubungi pada alamat email berikut barrynufa07@gmail.com